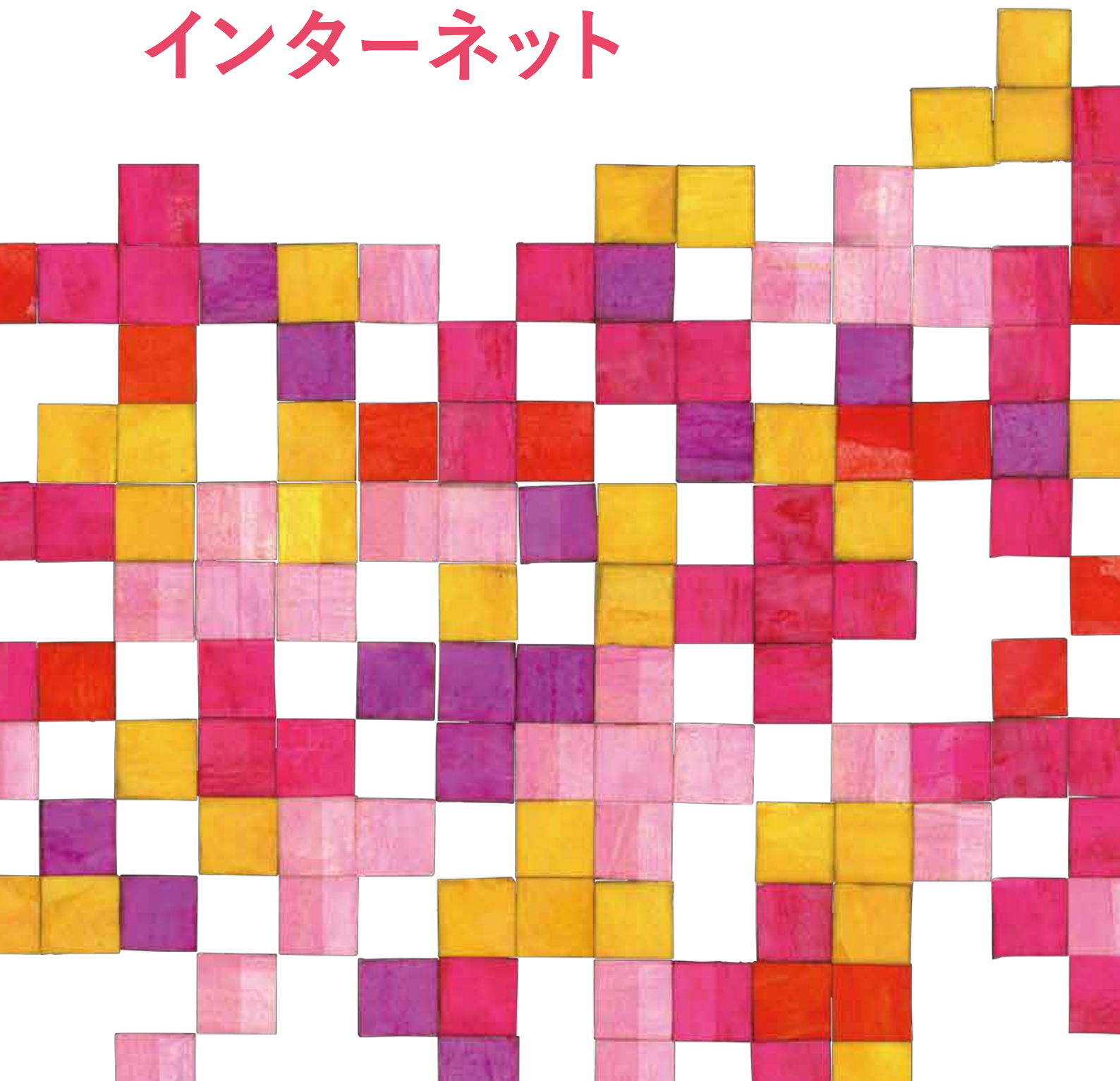


特集 宇宙に広がる インターネット





3 **ぶろろーぐ** 新春から天災、大事故が続いたが / 鈴木 幸一

4 **Topics**

宇宙に広がるインターネット

5 特別対談 宇宙への誘い“仕向け地”としての宇宙 / 慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授 白坂 成功 氏

11 宇宙とつながるインターネット / 山井 美和

16 特別寄稿 “150兆円市場の内訳” 日本政府も本腰！ 10年1兆円の「宇宙戦略基金」を創設した宇宙ビジネスの今 / 株式会社 sorano me 城戸 彩乃 氏

18 衛星ブロードバンド最前線 / 谷口 崇

20 モバイル端末を利用した衛星との D2D 通信 / 大内 宗徳

22 Starlink を当社ビルの屋上に常設 / 米田 雅貴

24 **デジタル革命の海へ** デジタル冷戦と抑止戦略 / 谷脇 康彦

26 **人と空気とインターネット** ヤバい場づくり / 浅羽 登志也

28 **インターネット・トリビア** 人工衛星とインターネット / 堂前 清隆

29 **グローバル・トレンド** マレーシアの新子会社 / 太田 怜

30 **Information** 表紙の言葉 編集後記

31 **パラアスリート** 笹島貴明の ROAD to PARIS / 笹島 貴明

ぶろろーぐ

新春から天災、大事故が続いたが

株式会社インターネットイニシアティブ
代表取締役会長 鈴木 幸一



いつものことながら、あつという間に正月が過ぎて、節分である。年の終わり、年の始めは、年に一度しかないのだから、その時を逃すと、自らの来し方・行く末を思いめぐらすこともないはず。せめて、大晦日から元旦にかけて、なすこともない時間に、冷え冷えとした部屋にこもって、沈黙をしたらいいと思うのだが、ひたすらポンヤリしているうちに時間が消え去ってしまう。

私も高齢者となって、来し方・行く末といっても、新しい未来が思い浮かぶはずもないのだから、ひたすら来し方を振り返ることになる。今さら、取り返しよのない過去の過ちや失敗を事細かに辿っても仕方ない、ぼおつとしていたうちに、せつかくの休日もあつという間に日が暮れてしまう。

最近では正月といつても、お節料理を口にしながら酒を飲むわけでもなく、お客さんの訪問もなく、ひとり、夢うつ状態です。ソファに横になっていたり、ゆつたりと揺れている。能登の地震である。テレビをつけると、女性のアナウンサーが「津波が来るので、すぐに避難してください」と、悲壮な声で

繰り返して、絶叫している。あまりの激しい叫びにひるんでしまったのだが、想定以上の大きな地震であった。その規模・被害については、連日報道されている通りである。

新年早々、能登半島の地震が続いて、羽田空港では着陸した旅客機が、滑走路の海上保安庁の飛行機と衝突、炎上するという稀な事故があった。着陸後、炎上した旅客機の乗客が、全員、無事に避難することができたというニュースには、なにより驚いた。帰省中の弊社の社員が、一歳の幼児ともども無事であったことに胸をなでおろした。それにしても、今回の事故において、客室乗務員の冷静な対応と、混乱もせず粛々と乗務員の誘導に従い、緊急避難をした乗客こそ、改めて日本の誇るべき姿だと、少し振りに感動したのである。あの状況にもかかわらず、冷静に行動した乗務員と乗客について、すぐに「日本人は奇跡」としか言いようのない行動ができる。凄い国民性だ」と、何人もの海外の友人・知人からメールをもらった。

江戸末期から維新後まで、英国の外交官として日

本に滞在していたアーネスト・サトウは「江戸は、火事に見舞われるのだが、驚くのは、彼らは火事で家や屋敷が灰塵に帰しても、決してへこたれない。翌朝、火事現場を眺めに行くと、朝早くから元氣よく、関係者ばかりでなく、復旧に取り組んでいる。その姿は火事で失ったことで落胆するのではなく、すぐに復旧に立ち向かうのだ」と。「そのエネルギーには感嘆するばかりなのだが、もつとも重要な火事の予防に目がいかないようだ」。そんなことも語っている。東日本大震災の折、私はパリにいた。テレビで震災を報じる映像を見て、すぐに東京に取って返した。震源に近い地域は、まさに悲惨な状況だったが、なんとか東京のオフィスに辿り着くと、まだ大きな揺れは続いていた。倒壊したビルや家屋を見ることはなかったが、東京でもあの時は震度5以上だったと聞く。

なんとなく、弱々しくなったと言われる日本であるが、度重なる天災から奇跡的な復興を繰り返しながら、歴史をつくってきた日本を、違った目で見るべきなのだ、ふと思うのだが。

特別対談

宇宙への誘い
“仕向け地”としての宇宙

近年“宇宙熱”が異様な高まりを見せている。そこで今回は、ベンチャーながら日本の宇宙ビジネスを牽引している「Synspective」の共同創業者の白坂成功氏をお招きし、宇宙開発の現状や宇宙時代に求められる通信についてお話しいただいた。

慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授
博士（システムエンジニアリング学）

白坂 成功 氏

IIJ 取締役副社長

村林 聡



白坂 成功（しらかさ せいこう）

東京大学大学院修士課程修了（航空宇宙工学）、慶應義塾大学後期博士課程修了（システムエンジニアリング学）。大学院修士課程修了後、三菱電機で15年間、宇宙開発に従事。「このとり」などの開発に参画。大学では、内閣府「ImPACT」のプログラムマネージャーとして小型合成開口レーダ（SAR）衛星を開発。その後、株式会社 Synspective を共同創業者として創業。内閣府宇宙政策委員会等、多くの委員会の委員として政府の活動を支援。

村林 最初に白坂先生のご経歴と宇宙ビジネスとの関わりについて教えてください。
白坂 そもそもそのところからお話ししますと、中学校二年生の時に「宇宙から地球を見たい！」と思ったのがきっかけです。それで「どうすれば宇宙に行けるだろう？」と考えたところ、なぜか宇宙飛行士になるという選択肢は浮かばなくて、「宇宙で必要なものを作れば、メンテナンス要員として宇宙に連れて行ってもらえる」と思ったのです。
村林 そして東大の航空宇宙工学科に進まれました。
白坂 大学では「火星ローバー」（火星表面を自走する無人探査車）の研究をしました。
村林 その後、三菱電機に就職されました。
白坂 一五年間、人工衛星の開発に従事しました。当時、ダイヤモンド・クラ イスラー・エアロスペース（現エアバス）と三菱電機とのあいだにエンジニアの交換制度がありまして、途中の約二年間はドイツで欧州宇宙機関（ESA）向けの仕事をしました。

「宇宙から地球を見たい！」



特集イラスト/山内 庸資

TOPICS

宇宙に広がる
インターネット

今回、小誌では初めて「宇宙」について特集する。人工衛星を利用した各種通信をはじめ、国際宇宙ステーション、月面探査、宇宙旅行、はたまた火星移住計画など人類の活動が地球から宇宙へ飛び立とうとしている。それにもないインターネットの世界に“宇宙をカバーする”というパラダイムシフトが起こりつつある。



Synspeciveの打ち上げる小型SAR衛星「Strix」の軌道上イメージ

©Synspecive Inc.

現地滞在中に「システムエンジニアリング」について学んだのですが、その考えが自分の問題意識に非常に強く刺さりましてね。それを知る以前は、体系的な方法論を持たないまま、思いつきで設計をしていたことに気づかされました。

三菱電機に戻ってから社内でもシステムエンジニアリングを教えていて、その流れで二〇〇四年から慶應義塾大学で教鞭をとるようになりました。正式に三菱から慶應へ移ったのは二〇一〇年度からですが、慶應でのメインは宇宙のことというよりは、システムデザインをもの作りや社会全般に適用していくための研究を行なっています。

宇宙ベンチャー「Synspecive」設立

村林 宇宙ベンチャー「Synspecive」(シンスペクティブ)を設立されたのは、どのような経緯からですか？

白坂 二〇一五年に内閣府の「革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)」のプログラムマネージャーに就任して、オンデマンド型で即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星(SAR: Synthetic Aperture Radar)の開発に携

わりました。

その背景には、東日本大震災の反省がありました。震災直後、日本の人工衛星はあまり役に立たなかったのですが、地球の自転に対して少しずつズレていくので、同じところから撮影できるのは二〇日に一回くらいになります。東日本大震災の時はタイミングが悪く、衛星が通り過ぎたあと地震が起きたため、次の撮影機会までに時間が空いてしまったのです。

宇宙業界は「災害対応」の名目で多くの資金をいただいているので、これは何とかしなければなりません。そのためには衛星を小型化して開発コストを抑え、数を増やすことが先決だ——こうした課題認識を持ったメンバーが集まってSAR衛星の開発に着手したのがImPACTプログラムでした。

ただ、レーダの開発は終わっても、国が使ってくれるのを待っていたらいつになるかわかりません。それならスタートアップを立ち上げて実装しようということになり、内閣府とも相談したうえで、ImPACTプログラムが終わる前にSynspeciveを立ち上げて、成果をそこに落とし込み、実用化していく流れをつくりました。

まで汚れているのを見たりするので、この作業がすごく大変で、手間も時間もかかる。そうになると、被災者にお金を払うのが遅くなってしまいます。この時間的ギャップを少しでも短

村林 現時点でのSynspeciveさんの人工衛星の稼働状況はどんな感じなのですか？

白坂 これまでに三機打ち上げて、そのうち一機は寿命が尽きましたが、残りの二機は稼働中です。ただ、この数だと少なすぎるので、我々は三〇機飛ばすことを目標にしており、三〇機あれば日本を二時間おきに撮影できるようになります。

データの蓄積が重要

村林 前職で宮城県気仙沼市の災害復興に携わった際、地元の高校生にIT・デジタル・AIの未来について講演したことがあります。すると、生徒から「そういう技術は地震の予知に役立ちますか？」と質問され、とっさに「過去に兆候があって、そのデータを蓄積してAIに解析させれば、予測につながる可能性はある」と答えました。

白坂 今のところ地震発生のメカニズムは解明できていませんが、データサイエンス、特にディープラーニングがすごいのは、裏のロジックがどうなっているのかわからなくても、膨大なデータから因果関係を見つけ出してくるところです。人間の知識では、そこに

どんな関連があるのかわからなくても、AIなら、こういったことがあったら、次は地震が起こる……みたいなことを発見する可能性はあると思います。

村林 そのためには、できるだけ多くのデータをAIに食わせる必要がありますね。

白坂 おっしゃる通りです。今、宇宙ビジネスの分野では、イーロン・マスクのSpaceX社が莫大な投資を行なって先行していますが、ああいったやり方に対し、スタートアップが勝てる唯一の方法は「時間(過去のデータ)を味方につけること」です。データはいくらかお金をつき込んであとからつくることのできないので、時系列に沿った情報があるのは、実は大きな強みなのです。

ただ、データを持ち続けるのはスタートアップにとって大きな負担になるうえに、日々刻々と膨大なデータが宇宙から下りてきていて、その移動・保管にもすごいお金がかかっています。**村林** ということは、データの一次加工は宇宙でやったほうが効率的ということですか？

白坂 そうですね。実際、オンボードプロセッシングが注目を集めていて、宇宙に必要な情報量まで減らしたうえで、

地上に下ろすといったことが考えられています。特に災害時は地上の通信網が機能していない可能性が高いので、宇宙でデータを加工できれば、現場のアンテナにダイレクトに情報を下ろせるようになります。

ユースケース① 水害状況の分析

村林 保険会社さんが被災地の実態を調査する際、ドローンでどこに飛ばしたらいいのか調べるのに人工衛星のデータを使うといった話を聞いたことがあります。

白坂 我々も保険会社さんとはいろいろな協業しています。水害が発生した時、何センチ以上浸水していたら床上判定するといった数値があって、それで補償金額が決まります。その判断をするのに現地に行くと、壁がどこ



Synspeciveが提供する洪水被害状況把握サービスの画面イメージ

くしたいというニーズがあります。

SAR衛星が撮影した被災地の画像を分析すると、地表面がツルツルなところと、ガタガタなところが判別できます。つまり、水面はツルツルに写るので、ここは水に浸かっているな、と。

村林 なるほど。浸水の深さもわかるのですか？

白坂 水がどこまで来ているのかわかれば、地図の等高線と重ね合わせて、ここは何センチくらい浸水しているはずだと推測できるのです。

保険会社さんはその情報をもとに被災者に一時金を支払うことができます。ただ、時間が経つと水が引いてしましますから、適切な頻度で撮るためには、衛星の「数」が必要になってくるわけです。

ユースケース②

地盤沈下の分析

村林 ほかにユースケースを教えてくださいませんか？

白坂 合成開口レーダの技術自体はけっこう古くて、一九五〇年代から軍事分野で活用されてきました。そして、分解能はそれほど高くないですが、ヨーロッパの衛星が世界中を撮影してい

るデータがオープンデータとして公開されています。

村林 無料で公開されているのですか？

白坂 そうです。数週間に一回くらいの撮影頻度ですが、かなり昔からのデータがあります。そういった蓄積されたデータを分析すれば、いろいろなことがわかります。

水害のような撮影頻度を要しないのが地盤沈下の分析です。SAR衛星がまったく同じ位置から、まったく同じ電波を出して撮影を繰り返していれば、もし地面が動いていたら電波の位相がズレるので、地面の変動がわかります。

村林 どれくらいの精度でわかるのですか？

白坂 ミリ単位です。

村林 地中が空洞化しているといったこともわかるのですか？

白坂 空洞になっていないか否かの判断はむずかしいですが、地面が縦方向・横方向のどちらに・どれくらい動いたかがわかる技術をSynspectiveが開発して特許を持っています。それを見ると、地面が沈下する時は、横に動いて集まってから斜めに沈んでいくので、ここに穴があるんじゃないかということが推測できます。一般的な測量は点

で測っていきますが、合成開口レーダは面で撮っていくので、地面がどちらに向かっていくかわかるのです。

です。データ自体がオープンソースでお金もかからないので、シビックテックの人たちなどがトライできるようなればいいと考えています。

ただ、そういった分析をできる人材が日本にはそんなにたくさんいないので、現状、学ぶチャンスが少なく残念

村林 そうしたデータは天災以外にも、人工物や都市インフラの修繕にも役立

ちそうですね。

白坂 そうですね。例えば、東京都内には「橋」が数百本あるらしいのですが、全てを同時にはメンテナンスできません。そんな時、SARデータを見比べれば、「この橋は歪みが大きいから先に直そう」といった判断ができます。

村林 なるほど。スマートシティ構想にも有益ですね。

ユースケース③

経済市場をめぐる分析

村林 IIRは「I」に取り組むなかでセンサを使うことも多いのですが、センサは災害が起きると、機能しなくなってしまう可能性があります。それに対し人工衛星なら、どんな状況でもデータをとり続けることができますね。

白坂 さらに言うと、SARデータにセンサなどの情報を組み合わせると、もっと面白いことが実現できます。私の研究室で衛星データを使って、どうすれば今までにないビジネスを生み出せるのか研究したことがあります。

いちばん驚いたのが、Orbital Insightの事例で、彼らは人工衛星から撮影した、世界中にある石油の備蓄タンクの映像を日々分析しているのです。

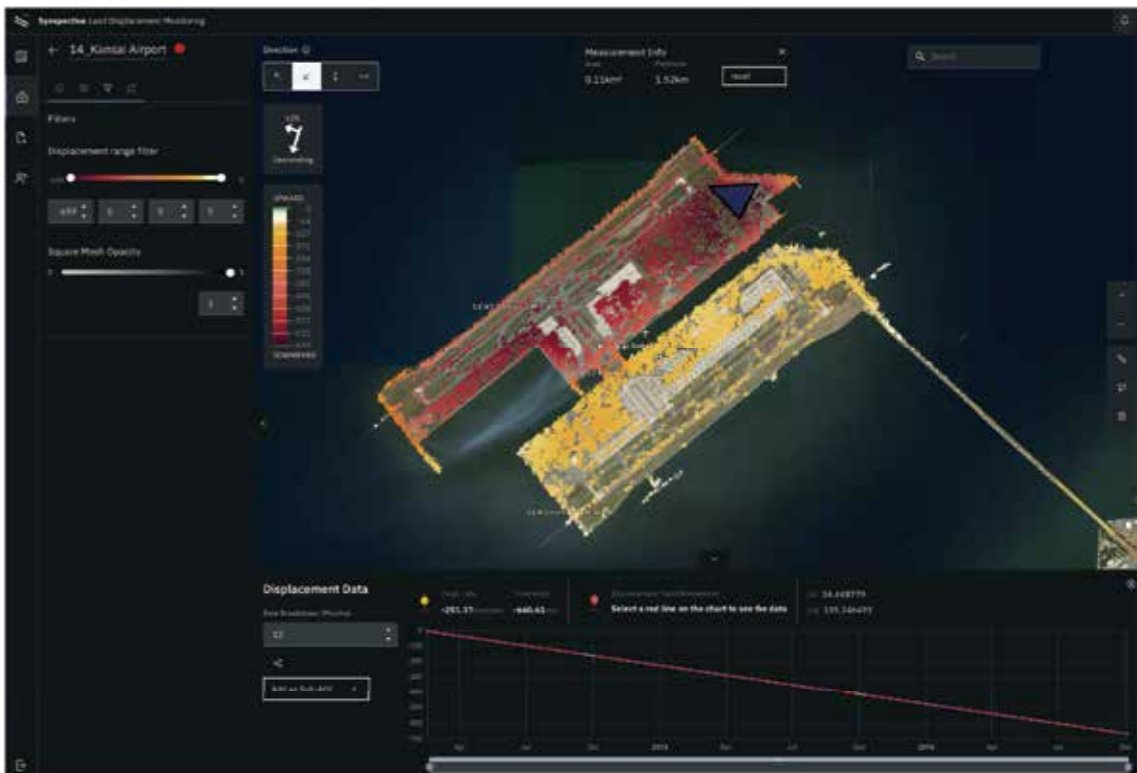
村林 と言いますと？

白坂 石油の備蓄タンクを上から撮影すると、蓋の内側に影ができます。備蓄タンクの天井は、なかの石油の酸化を防ぐために油面と蓋がピタリくっつくフローティング構造になっていて、中身（石油）が減ると蓋が下がり、増えたと蓋が上がります。この撮影データに太陽光の入射角やタンクの直径などを加えて細かく分析すれば、石油の残量がわかるので、その情報を先物取引向けに提供しているのです。

村林 へえ！ すごいですね。

白坂 さらに、我々の研究で明らかになったのが、分析を加えるステップ数が多ければ多いほど、その結果は貴重かつ面白いものになるということです。つまり、データのシーズとニーズが近いと誰でも思いつきやすく、すでにビジネス化されている可能性が高い。反対にシーズとニーズが離れていけば、そのあいだを埋めるのがむずかしくなり、より斬新なアイデアが得られるというわけです。できるだけかけ離れたシーズとニーズを、複数のデータ分析を挟みながらつなげることができた時、まったく新しいビジネスが生まれるのです。

村林 「風が吹けば桶屋が儲かる」とい



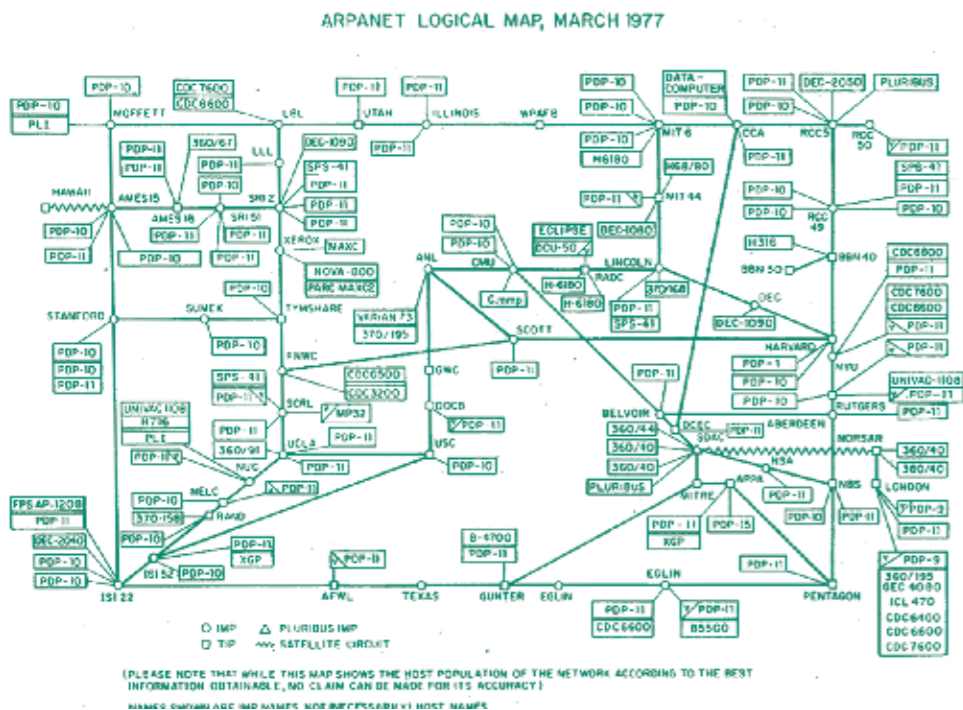
Synspective が提供する地盤変動モニタリングサービスの画面イメージ

宇宙とつながるインターネット

宇宙ビジネスの隆盛にともない、インターネットも宇宙を目指す時代がすぐそこまで来ている。本稿では、長年、通信事業に携わってきた筆者が、目前に広がった宇宙に思いを馳せつつ、ネットワークの近未来を描く。

IIJ 常務執行役員 基盤エンジニアリング本部長
IIJ エンジニアリング 代表取締役社長

山井 美和



う理屈ですね(笑)。
白坂 大切なのは情報の組み合わせで、さまざまなステップを経て、どの情報とどの情報をかけ合わせれば、新しい情報を生み出せるか? という視点に立つことです。

村林 それにしても、石油の先物取引に衛星データが使われているとは驚きです。

白坂 今、金融業界でも衛星データが非常に重視されています。

有名な例としては、テスラの出荷用の駐車場に自動車は何台あるのかという情報は毎日カウントされていて、計画値と実績値の比較が行なわれています。

もう一つ例を挙げますと、東京ディズニーランドの駐車場に車が何台停っているのかを、同じ曜日の同じ時間帯に記録します。すると、前週比・前月比などの値がわかり、その結果を分析すれば、決算発表前にだいたい業績が予測できるのです。

村林 私も金融業界にいた人間ですが、そういった「見えるデータ」として示されると、非常に説得力がありますね。白坂 今や「見えるものは全て宇宙か

ら撮影されている」とも言われています。ただ、普通の衛星だと雲があったら撮れないので、同じ曜日の同じ時間帯に撮影できるのがSAR衛星の特長です。

宇宙でやるべきこと

村林 先日「月にも水がある」と新聞に出ていましたね。

白坂 月の水資源をめぐっては、すでに大競争になっていて、中国がトップランナーです。月には氷状の水があると言われていて、埋蔵量すらわかっていませんが、(月の)極にあるらしい。

目下、月にある水の情報を知りたくて世界中が競っている理由は、「水H₂O」を分解すると、酸素と水素になる。つまり、人間が生きるために欠かせない酸素と燃料になる水素の両方を宇宙で入手できるからです。

月に関してはまだ国際法がなく、各国法で対応していて、ここは自分の土地とは言えないけど、獲れたものは自分のものにできる、ということになっているので、今のうちにプラネタリー

バウンダリーの「月版」を整備しておくべきかもしれませんね。

村林 では、最後にIIJに対する期待をお聞かせいただけますか。

白坂 宇宙も道具の一つだと考えて、積極的に活用していただきたいです。

宇宙ビジネスの分野で日本が遅れている理由の一つは、宇宙は映画やマンガのなかの世界で、まだまだ現実じゃないと思っている人がまだまだ多いからではないでしょうか。

二〇四〇年代には年間約一万人が宇宙に行くようになっていくという予想があります。つまり、宇宙が生活圏に入ってきて、我々が地上で暮らしていくうえで必要なものは、宇宙でも必要になるということです。地球上のモノの「仕向け地」が宇宙になるだけ、海外に輸出するのか、宇宙に輸出するのかといった感覚です。

そうすると、当然「通信」は、宇宙ステーション、月面……等々、人間が行くところには遍く必要になってきます。もはや通信は水や空気と同じくらいなくてはならないものであり、これからはいかに良質な通信を確保するか

がキモになってくると思います。そういう意味で、IIJさんにもぜひ宇宙に関心を持っていただき、宇宙に出てきていただきたい。宇宙には、今、やれること、やるべきことがいくつもあるという状態です。

村林 宇宙でも「水」「空気」「インターネット」ですね! たいへん興味深いお話をうかがうことができました。ありがとうございます。



令和五年六月二三日、宇宙基本計画が閣議決定され、日本でもようやく本格的に宇宙技術戦略の議論が始まりました。しかし、それもまだ緒についたばかりで、基盤技術開発に加えて、民間事業者を主体とした商業化の道筋をおぼろげに示しているに過ぎません。このような日本における宇宙関連ビジネスの現況は、IIJが一九九二年に産声を上げたあの時代のインターネットを取り巻く状況に似ていると感じるのは、筆者がその真ただ中にいた経験を持っているからなのです。

なぜ宇宙に目を向けるのか

スプートニク1号が宇宙から電波を送信したのが一九五七年一〇月四日。その後、米ソ冷戦下でロケットの開発競争が加速し、核戦争の脅威が差し迫るなか、回線交換ともパケット交換とも異なるネットワークの研究がARPANET(上図)から始まりました。

一九六三年四月に執筆されたとき「Memorandum For Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network」の「Intergalactic」とあるのは、当初からこの概念が宇宙空間に広

がったコンピュータネットワークを想定していたのではないかと、筆者は考えています。

ロケット開発、人工衛星、有人宇宙飛行、月面着陸、宇宙ステーション、スペースシャトル……等々、一九五〇年代から繰り広げられてきた宇宙における覇権争いは、宇宙に関わる関連技術としての電子工学、通信工学、そしてコンピュータ工学などの発展に寄与してきました。

一八六五年に創設されたITU（当時はInternational Telegraph Union）で国際間の電信網の相互接続の取り決めがなされて以来、有線、無線、電信、電話などの標準化に関して国家レベルでの協調が保たれてきました。インターネットはアメリカ政府の支援があったにせよ、IETFを中心とした非営利組織の活動を主体としながら、参加する人々により自律的にガバナンスが保たれてきました。

今、宇宙に関連して世界に目を向けると、米ソ対立よりも複雑化した国家間の争いがあるものの、インターネット時代を作り上げてきた世代がスポンサーとなって宇宙ベンチャー企業を立ち上げ、宇宙の商業利用に向けた取り組みを始めています。



国立科学博物館のロケットランチャー

も含めて、一般化してきたことを象徴しているように感じました。

インターネットの初期、電子メールやWWWを使う人たちがオタクのように言われた時代もありましたが、今やそれらも普通に使われるようになり、パソコンやスマートフォンなしでは、仕事ができないまでになりました。同じように今後は、天体観測、ロケット、SFが好きな人たちだけが宇宙に取り組むのではない——彼らがキッカケをつくったことはたしかですが——時代が訪れることでしょう。

一方、日本に目を向けると、ロケット打ち上げは民間に移管されていますが、依然、国の事業として取り組まれていると見るのが妥当であるように感じます。そうしたなか、大学を中心とした小型衛星の開発は、試行錯誤を繰り返しながらも発展してきており、そこで学んだ先駆者たちが宇宙ベンチャー企業を立ち上げて、果敢に挑戦しようとしています。

インターネットの商用化前夜、大学などの研究機関がインターネットの運用を担っている時代がありました。また、企業や大学でインターネットの構築に関わった技術者の一部は、業務で電子メールを使って遠隔地の同僚とやり取りをし、Telnetを使って遠隔地のコンピュータにログインしてプログラム開発を行ったりしていました。

米国でインターネットの商用利用が始まった時、いち早く技術的な可能性を感じていた人たちが会社を立ち上げ、日本でインターネットを築いていった歴史は皆さんもご存じだと思いますが、これと似た状況が、今まさに宇宙分野で起こっているのはまぎれもない事実であり、日本におけるインターネットの黎明期から関わり続けた技術者の一人として体感しているところでもあります。

これまで日本では、ロケットと衛星の開発は大型のものを中心に進んできましたが、それらは膨大なコストを要し、小さな企業で賄うにはあまりにも重すぎるものでした。そうした過程は、過去からある大きな通信会社の巨大なインフラをサービス利用しながら、小さなISPが新しいネットワークを築いてきた歴史と重なって見えます。

その後、SpaceXのような企業が設立され、積極的な技術開発を経て、米国において打ち上げコストが下がるなか、中型から小型の衛星を宇宙空間に打ち上げて、地球環境の観測、資源探査、深宇宙との通信、大容量データ処理、複数の衛星で機能を実現するコンステレーションなど、新しいビジネスの可能性が見えてきました。

今後、どのようなビジネスが生まれるのでしょうか？ 宇宙空間には無限の可能性が広がっていますが、どんなビジネスが生まれても、自分のあいだ、それを利用するのは地球上にいる人間であり続けるでしょう。将来、他の惑星、衛星、宇宙空間に滞在する人間が使うようになって、相手が人間であろうと機械であろうと、それらのあいだを取り持つ「通信」との関係は、切っても切れないと考えられます。

要でしたし、それらに関連するソフトウェア開発も行なわれるなか、これら宇宙開発に付随して多くの技術的進歩がもたらされたことは言うまでもありません。

電気通信の歴史をひも解けば、有線（銅線、光ファイバ）と無線（電波、光）に関する技術開発が、さらなる技術開発を生み出し進歩してきました。商用の自動車電話として始まったサービスが、今日の携帯電話に至るまでの歴史を振り返っても、電波による無線通信がアナログからデジタルになったことで大きく変貌したことがわかります。

アマチュア無線を趣味とする人たちのなかには、V/U/SHF帯の電波を使って小型衛星を中継した通信や月面反射通信など、宇宙空間との通信を楽しんだ人も多いでしょう。それらを含めて、これまでの宇宙空間との通信は、宇宙の中継点として地球上の二地点間を結ぶことがメインでした。

筆者は宇宙に関連する仕事として、おもに静止衛星であるインマルサット衛星を使った移動局や地球局での無線技術者という経験を持っていますが、その頃から比べると、今の衛星通信は、低軌道周回衛星を追跡する地上局や、Starlinkのような小型でありながら大

これからは、地球上と宇宙空間の通信は静止衛星に加えて、周回衛星（低軌道、中軌道、準天頂軌道）を使った宇宙空間との通信や、宇宙にルータ、スイッチ、データセンターまでもが存在するようになる、と想定しておく必要があるでしょう。すなわち、宇宙空間においてインターネットが構築されるのです。

このような環境のもと、宇宙という未開の地に踏み出そうとする人たちに、地球上のインターネットと接続する手段やデータを処理したり、保管したりするリソースを提供することを通して、宇宙関連産業の発展に貢献できるのではないかと——これが、我々が宇宙に目を向けた背景と言えます。

歴史を振り返る

二〇二三年一月二七日から東京・日本橋で開催されたSPACE WEEK 2023のオープニングセッションで、当社も加盟している一般社団法人クロスユーの理事長である東京大学の中須賀真一教授から「非宇宙の人もどんどん参加している」といった発言がありました。まさに宇宙が特別なものではなく、宇宙に接点を持たない人たちも容量通信ができる端末、天文台のような地上局など、かつては想像もできなかったものが登場しています。

一九七七年八月二〇日、木星に向けて飛び立ったボイジャー2号、その一九日後に飛び立ったボイジャー1号など、今もまだ運用が継続し、データを送り続けている衛星はたくさんありますが、宇宙との通信を行なう地上局がなければ、それらのデータを受け取ることもできません。

そう考えると、宇宙空間と地球、また宇宙空間同士をつなぐネットワークの重要性はますます高まっていくことは必然かつ歴史的帰結と言えます。宇宙空間とのネットワークの結節点である地上局が宇宙へのゲートウェイとなるのです。

宇宙関連ビジネスの今後

気象衛星「ひまわり」（次頁図版）からの情報が天気予報の精度を高め、光学衛星による地球上の解析を通して、地球環境の変化（砂漠化、二酸化炭素排出、森林面積の減少など）を認識できるようになり、さらには合成開口レーダー（SAR）で地表の変動を観測するなど、宇宙から地球を見下ろすか

宇宙空間に国境は存在しません。宇宙から地球を見れば一つの惑星に過ぎず、そこに国境があることなど忘れてしまいます。インターネットに実装されている自律分散のルーティングは画期的な技術であり、さまざまなネットワークの構築に使われています。今後はインターネットと同様に、一つひとつが自律したネットワークシステムとして宇宙空間でも相互接続やトラフィック交換がなされるようになるでしょう。地上で生まれたインターネットが宇宙に向けて広がる日は、そう遠くないはず。

「The Intergalactic Computer Network」——銀河が一つの自律ネットワークシステムであると考えれば、それらを結び宇宙空間を満たすデータマトリクスと漆黒の空間、地球上においてその存在さえも気づかない空気のような存在なのかも知れません。

インターネットが宇宙空間にも広がった暁には、遠くの天体や宇宙機と接続される日がくるでしょう。今のところ、光速を超える通信は実現できていないため、宇宙空間で通信するには、遅延を考慮に入れたプロトコルの開発が必要になってきますが、果たしてどうなるものになるのでしょうか？ 時間と空間を超えるインターネットが出現するのでしょうか？

地球上にはインターネットに接続できていない国や地域も残されており、インターネットは宇宙空間と同じく、まだまだ広がりが続ける無限の空間とも言えます。「宇宙……それは人類に残された最後の開拓地である」で始まるSFドラマのナレーションは六〇年を超えてもなお、筆者の脳裏に強く焼き付いています。

一見、無関係にも見える宇宙とイン

たちでの活用が盛んになっています。二〇二三年九月一日に開催された当社のビジネスカンファレンス関西2023で、九州工業大学工学研究院宇宙システム工学研究系の趙孟佑教授に小型衛星について講演していただきましたが、「小型衛星の打ち上げがこんなに身近になっていくのか！」と驚きました。また、開発途上国への技術支援など小型衛星の開発は、実は日本がリードしているという事実にも気づかされました。

さらにクラウドサービスが広く活用されるようになった現在、こうした周回衛星による膨大な観測データを保存・解析するためのネットワークや処理基盤の需要が高まっております。それらに関わる新たなビジネスを模索する動きも出てくると考えられます。

当社は国内でもいち早くクラウドサービスに使い得るサーバ基盤を立ち上げており、二〇〇〇年代から自社で運用し、その後、お客さまにもI-I-G IOとして提供してきました。これらの情報処理基盤は、地球上に網の目のように張り巡らされたネットワークによる分散処理基盤であり、この分散処理基盤は、地球上および宇宙空間からもたらされる膨大な情報を起点とし

てさまざまなビジネスが動き出す「データ駆動社会」の基盤にもなり得るのです。

近年、半導体の製造技術は目覚ましく発展していますが、宇宙空間において長期的な使用に耐え得るデバイスの量産はまだ道半ばです。そのため、宇宙と地上をつなぐことで宇宙ではまだできないことを地上で処理して宇宙に送り返すということも視野に入れておくべきだと考えます。これは逆に、地上で営まれているビジネスは宇宙空間でも営むことは可能であり、そこに至るネットワークをインターネットやクラウドサービスと同じように構築できれば「地上か、宇宙か」を意識することなく、ビジネスを展開できることを意味します。

そして、宇宙空間でも機器の製造が可能になり、長期使用に耐え得るものができるようになれば、宇宙空間を中心としたビジネスの花が開くことになるでしょう。さらに、将来の宇宙ビジネスは、地上でのビジネスの焼き直しにとどまらず、業界や国家をまたいだ、多種多様なビジネスへと発展していくと想像しても、何ら不思議はありません。

地球を回る軌道には、スペースデブリも含めて何十万・何百万もの物体

インターネットは 広がり続ける

が物理法則に従って飛んでいます。古い携帯電話からレアメタルを取り出す「都市鉱山」といった事例のように、宇宙で古い衛星やスペースデブリを回収してリユースできるようになるかもしれません。現に、スペースデブリの回収を含む軌道上でのサービスを提供するベンチャー企業も立ち上がっています。まさに「持続可能」という言葉は、宇宙空間にも広がり始めているのです。

「The Intergalactic Computer Network」——銀河が一つの自律ネットワークシステムであると考えれば、それらを結び宇宙空間を満たすデータマトリクスと漆黒の空間、地球上においてその存在さえも気づかない空気のような存在なのかも知れません。

インターネットが宇宙空間にも広がった暁には、遠くの天体や宇宙機と接続される日がくるでしょう。今のところ、光速を超える通信は実現できていないため、宇宙空間で通信するには、遅延を考慮に入れたプロトコルの開発が必要になってきますが、果たしてどうなるものになるのでしょうか？ 時間と空間を超えるインターネットが出現するのでしょうか？

地球上にはインターネットに接続できていない国や地域も残されており、インターネットは宇宙空間と同じく、まだまだ広がりが続ける無限の空間とも言えます。「宇宙……それは人類に残された最後の開拓地である」で始まるSFドラマのナレーションは六〇年を超えてもなお、筆者の脳裏に強く焼き付いています。

一見、無関係にも見える宇宙とイン

たちでの活用が盛んになっています。二〇二三年九月一日に開催された当社のビジネスカンファレンス関西2023で、九州工業大学工学研究院宇宙システム工学研究系の趙孟佑教授に小型衛星について講演していただきましたが、「小型衛星の打ち上げがこんなに身近になっていくのか！」と驚きました。また、開発途上国への技術支援など小型衛星の開発は、実は日本がリードしているという事実にも気づかされました。

さらにクラウドサービスが広く活用されるようになった現在、こうした周回衛星による膨大な観測データを保存・解析するためのネットワークや処理基盤の需要が高まっております。それらに関わる新たなビジネスを模索する動きも出てくると考えられます。

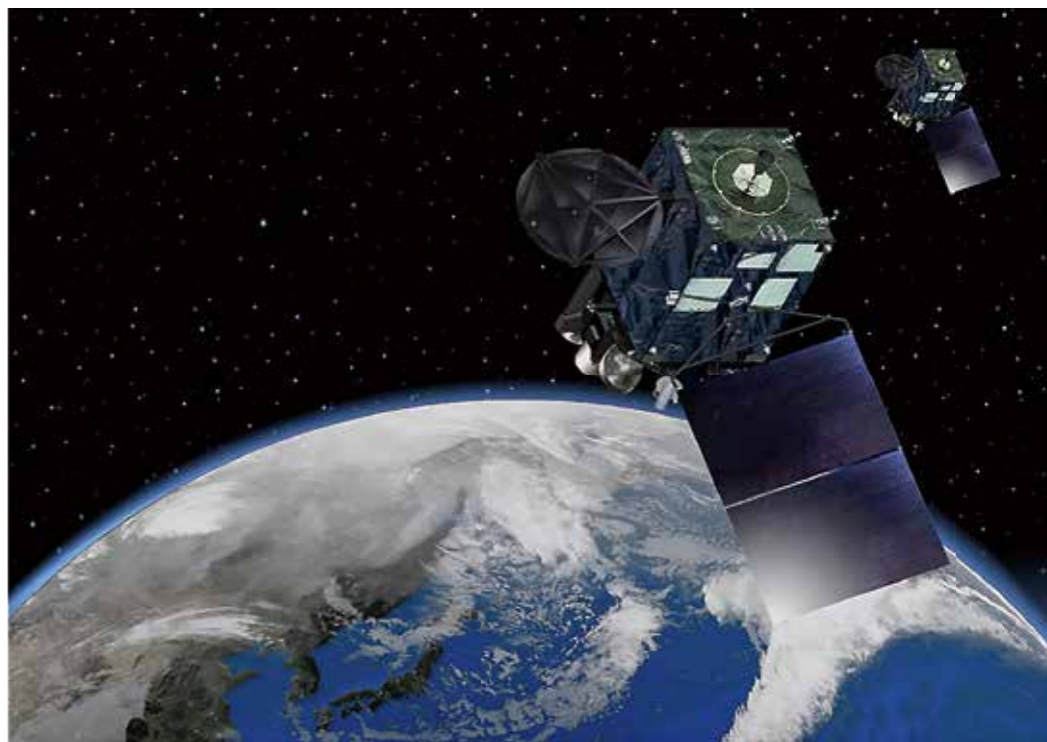
当社は国内でもいち早くクラウドサービスに使い得るサーバ基盤を立ち上げており、二〇〇〇年代から自社で運用し、その後、お客さまにもI-I-G IOとして提供してきました。これらの情報処理基盤は、地球上に網の目のように張り巡らされたネットワークによる分散処理基盤であり、この分散処理基盤は、地球上および宇宙空間からもたらされる膨大な情報を起点とし

てさまざまなビジネスが動き出す「データ駆動社会」の基盤にもなり得るのです。

近年、半導体の製造技術は目覚ましく発展していますが、宇宙空間において長期的な使用に耐え得るデバイスの量産はまだ道半ばです。そのため、宇宙と地上をつなぐことで宇宙ではまだできないことを地上で処理して宇宙に送り返すということも視野に入れておくべきだと考えます。これは逆に、地上で営まれているビジネスは宇宙空間でも営むことは可能であり、そこに至るネットワークをインターネットやクラウドサービスと同じように構築できれば「地上か、宇宙か」を意識することなく、ビジネスを展開できることを意味します。

そして、宇宙空間でも機器の製造が可能になり、長期使用に耐え得るものができるようになれば、宇宙空間を中心としたビジネスの花が開くことになるでしょう。さらに、将来の宇宙ビジネスは、地上でのビジネスの焼き直しにとどまらず、業界や国家をまたいだ、多種多様なビジネスへと発展していくと想像しても、何ら不思議はありません。

地球を回る軌道には、スペースデブリも含めて何十万・何百万もの物体



気象衛星「ひまわり」(気象庁提供)

ターネットがつながる日が間近に迫っている今は、小学生の頃、アポロ11号の月面着陸を白黒テレビで見て育った筆者のような世代には大変喜ばしく、ワクワクする時代なのです。今回の特集を通して、読者の皆さんが宇宙をより身近に感じていただければ幸いです。

てさまざまなビジネスが動き出す「データ駆動社会」の基盤にもなり得るのです。

近年、半導体の製造技術は目覚ましく発展していますが、宇宙空間において長期的な使用に耐え得るデバイスの量産はまだ道半ばです。そのため、宇宙と地上をつなぐことで宇宙ではまだできないことを地上で処理して宇宙に送り返すということも視野に入れておくべきだと考えます。これは逆に、地上で営まれているビジネスは宇宙空間でも営むことは可能であり、そこに至るネットワークをインターネットやクラウドサービスと同じように構築できれば「地上か、宇宙か」を意識することなく、ビジネスを展開できることを意味します。

そして、宇宙空間でも機器の製造が可能になり、長期使用に耐え得るものができるようになれば、宇宙空間を中心としたビジネスの花が開くことになるでしょう。さらに、将来の宇宙ビジネスは、地上でのビジネスの焼き直しにとどまらず、業界や国家をまたいだ、多種多様なビジネスへと発展していくと想像しても、何ら不思議はありません。

地球を回る軌道には、スペースデブリも含めて何十万・何百万もの物体

山井 美和 (やまい よしかず)
1983年、熊本電波高専卒業後、三光汽船、山武ハネウエル(現・アズビル)、日本デジタルイクイップメント(現・日本HP)に勤務し、おもにシステム開発を担当。90年、通信業界に移り、国際デジタル通信を経て、99年IJJ入社。入社と同時にクロスウェイコミュニケーションズへ出向。広域LANサービスの企画やデータセンター建設に従事。2004年IJJに帰任。05年、勤務のかたわら早稲田大学大学院国際情報通信研究科修了。サービス設備の構築運用やデータセンター事業を統括。21年より現職。

たちでの活用が盛んになっています。二〇二三年九月一日に開催された当社のビジネスカンファレンス関西2023で、九州工業大学工学研究院宇宙システム工学研究系の趙孟佑教授に小型衛星について講演していただきましたが、「小型衛星の打ち上げがこんなに身近になっていくのか！」と驚きました。また、開発途上国への技術支援など小型衛星の開発は、実は日本がリードしているという事実にも気づかされました。

さらにクラウドサービスが広く活用されるようになった現在、こうした周回衛星による膨大な観測データを保存・解析するためのネットワークや処理基盤の需要が高まっております。それらに関わる新たなビジネスを模索する動きも出てくると考えられます。

当社は国内でもいち早くクラウドサービスに使い得るサーバ基盤を立ち上げており、二〇〇〇年代から自社で運用し、その後、お客さまにもI-I-G IOとして提供してきました。これらの情報処理基盤は、地球上に網の目のように張り巡らされたネットワークによる分散処理基盤であり、この分散処理基盤は、地球上および宇宙空間からもたらされる膨大な情報を起点とし

てさまざまなビジネスが動き出す「データ駆動社会」の基盤にもなり得るのです。

近年、半導体の製造技術は目覚ましく発展していますが、宇宙空間において長期的な使用に耐え得るデバイスの量産はまだ道半ばです。そのため、宇宙と地上をつなぐことで宇宙ではまだできないことを地上で処理して宇宙に送り返すということも視野に入れておくべきだと考えます。これは逆に、地上で営まれているビジネスは宇宙空間でも営むことは可能であり、そこに至るネットワークをインターネットやクラウドサービスと同じように構築できれば「地上か、宇宙か」を意識することなく、ビジネスを展開できることを意味します。

そして、宇宙空間でも機器の製造が可能になり、長期使用に耐え得るものができるようになれば、宇宙空間を中心としたビジネスの花が開くことになるでしょう。さらに、将来の宇宙ビジネスは、地上でのビジネスの焼き直しにとどまらず、業界や国家をまたいだ、多種多様なビジネスへと発展していくと想像しても、何ら不思議はありません。

地球を回る軌道には、スペースデブリも含めて何十万・何百万もの物体

特別寄稿

“150兆円市場の内訳” 日本政府も本腰！

10年1兆円の「宇宙戦略基金」を創設した 宇宙ビジネスの今

本稿では、人工衛星で取得できる
さまざまなデータの社会実装をサポートする
株式会社 sorano me (ソラノメ) 代表取締役社長の城戸彩乃氏に、
宇宙ビジネスの最前線をレポートしていただいた。

株式会社 sorano me (ソラノメ) 代表取締役社長

城戸 彩乃 氏

10年1兆円——これは2023年に日本政府が国内の民間企業・大学などに支援すると掲げた金額です。宇宙航空研究開発機構 (JAXA) に「宇宙戦略基金」を設置し、研究開発や技術実装などを支援します。

世界の宇宙ビジネス市場規模は2040年に150兆円にまで拡大する (2022年度で55兆円) と予測されています。すでに欧米の宇宙開発機関は、シーズ研究を担う大学・民間事業者や

商業化を図る民間事業者の技術開発に対し資金提供する機能を担い始めており、日本政府の「宇宙戦略基金」もこうした世界的な流れを受けて創設されるものです。

インターネット、位置情報、天気予報…… 日常を支える宇宙ビジネスの全体像

世界の宇宙ビジネス産業の市場規模において衛星やロケット開発関連はわずか6%なのに対し、人工衛星サービス関連は70%を占めています。人工衛星サービスは、通信・測位・地球観測の3つに分けられ、地球に住む我々の生活に不可欠なインターネット、地図アプリ、天気予報など多くのサービスが利用されています。

残りの約20%は、政府予算の研究、宇宙旅行、宇宙探査などが該当します。

宇宙ビジネスはここまで来た！ 衛星利活用の最前線

すでに日常生活に欠かせない人工衛星関連サービスですが、近年、それぞれのサービスが新しい展開を見せています。

●通信衛星

通信衛星とは、地上の通信を宇宙空間を経由して中継する

ための衛星です。通信衛星は、これまで追尾のしやすさや安定性の観点から、高度3万6000kmの静止軌道への配置が主流でした。しかしここ数十年で、SpaceX社のStarlinkやOneWeb社などを中心に、高度数百~2000kmの低軌道に多数の小型衛星を配備して一体運用を行なう「低軌道通信衛星コンステレーション」を形成する動きが活発化しています。

従来の静止軌道での通信衛星に比べて低遅延なバックホール回線として機能するため、離島・山間部・海上での利用や工事現場・イベント会場での活用が広がっています。

●測位衛星

測位衛星とは、カーナビやスマホの位置情報などに利用される、ヒト・モノの現在位置や時刻情報の電波を提供する衛星です。国内では内閣府が準天頂衛星「みちびき」を7基体制 (2024年1月現在4基) で運用しており、高精度な位置情報や安否確認サービスなどの提供が始まっています。

民間の利用事例では、高精度な位置情報を利用した自動運転の実験や、広域を切れ目なくカバーするFMラジオ局が複数で同期放送を行なう際に「みちびき」の時刻情報を利用するなど、おもにSociety 5.0の領域での活用が進んでいます。

●地球観測衛星

地球観測衛星とは、気象情報や地球環境に関するデータ (衛星データ) を観測する衛星です。衛星データは、航空撮影や地上センサによる計測手法に比べ、低解像度ながら広範囲を網羅できます。

活用事例としては、環境モニタリングや防災・気象情報・一次産業などが中心でしたが、近年では顧客情報やIoTデータなどと合わせた解析やAIの画像分析により、企業が自社のサプライチェーンの透明性確保や (石油価格ほか) 先物取引の予測など、潜在的な価値の可視化や将来予測の分野で注目されています。

また、2023年に上場したRidge-i社やJAXA発の天地人社など、AIを使って衛星データを分析するベンチャーの登場から、衛星データプラットフォーム Tellusの整備、自治体による実証機会の提供まで、活用に向けた土壌が国内外で醸成されています。

今後、期待される宇宙産業の拡大

気候変動・自然災害、人口動態の変化、テクノロジー・シフトなど、社会は2030年を待たず刻々と変化すると同時に、その影響に晒されており、宇宙ビジネスは社会にとって不可欠なものになりつつあります。

気候変動・自然災害においては、変化を前提とした「適応」、変化を食い止める「緩和」、そして変化自体をモニタリングし策を講じるための「可視化」の3点に関して、地球観測衛星の貢献が期待できます。

令和6年能登半島地震でも防災の数日後に、JAXAの「だい

ち2号」や民間企業の衛星データが公開され、被害状況の把握に活用されました。また、寸断された地上の通信回線の代わりに衛星通信が使われるなど、緊急時の代替手段としても活躍しています。

人口動態の変化について、特に日本では少子高齢化、地方の過疎化に起因する労働力減少や文化消失が進んでおり、デジタルによる効率化・最適化が不可欠です。例えば農業であれば、衛星データとIoTを併用した圃場管理や、測位による農業用機械の自動運転などの実績があります。

増加するニーズに応えるために衛星の基数も増加中です。衛星通信領域においては、サービス提供範囲の拡大や安定供給に向けて、各社が数千~数万基という巨大なコンステレーション構築を目指しており、先行するStarlinkのサービス拡充が進むなか、価格競争やローカライズ戦略による競争の激化が予想されます。

測位衛星は精度の向上と安定化が主要な課題であり、今後の技術発展により車や船舶の自動運転など広範な実装が進む際、測位技術の向上とインフラとしての強靱化が鍵となります。

地球観測衛星は、激甚化する自然災害への対応に向けた観測頻度・解像度の向上や、安定的かつ即時的なデータ提供に向けた技術改革とインフラ整備が進むでしょう。データの即時提供については、光通信を利用したSpace Compass社やWarpspace社の取り組みも発表されています。

まとめ

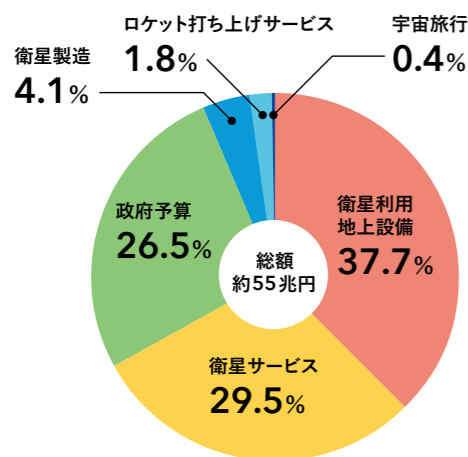
ここで紹介した領域は、重要性やニーズの増加が官民ともに認知され、事例も増える一方ですが、社会基盤としてはまだ力不足な状況です。今後期待される大量のデータの供給・高速処理や他データとの連携を見据えた地上・宇宙双方の通信設備、エッジコンピューティングとしての衛星利用に向けた機器提供など「潜在的なビジネスチャンス」は広がり続けています。皆さまもぜひ、新たなインフラ構築への参画を検討してはいかがでしょうか。

城戸 彩乃 (きと あやの)

宇宙ビジネス関連のメディア「TELSTAR」や「宙畑-sorabatake-」を立ち上げ、宇宙技術の情報発信・リサーチ・活用企画に取り組んだのち、さくらインターネット株式会社で「衛星データプラットフォーム Tellus」のプロダクト開発に携わり、起業。2022年よりネイチャーポジティブを目指す「株式会社 Archeda」の外部取締役を兼任。

株式会社 sorano me (ソラノメ)

宇宙ビジネスメディア「宙畑」の立ち上げメンバーで2019年に創業。宇宙産業内外からさまざまなスキルを有する人材が集まる複業人材プラットフォーム「ソラノメイト」を構築し、衛星データを用いた新たな事業開発の支援や宇宙ビジネスに関する専門的な調査・コンテンツ制作・PR支援などを行なっている。



宇宙ビジネス市場内訳 (2022)

Bryce Tech 2022 Global Space Economy より作成

衛星ブロードバンド最前線

近年、注目が高まっている「衛星ブロードバンド」とは？

ここでは、基本的な仕組みや代表的なサービスプロバイダを紹介する。

IJクラウド本部 フェロー

谷口 崇

衛星ブロードバンドとは

近年、衛星通信を利用したインターネット接続サービスに注目が集まっています。これまでの特殊な状況で我慢して使う、大きな設備が必要なイメージから、手軽に購入して普段使いができるブロードバンド回線として世界中で利用が進んでいます。

本稿では衛星ブロードバンドの仕組みを解説しながら、現在の状況や今後の可能性などを紹介します。

衛星ブロードバンドの仕組み

衛星ブロードバンドとしてはSpaceX社のStarlinkを念頭に、モバイルのデータ通信と比較しながら仕組みを説明します。

図1 携帯通信との比較

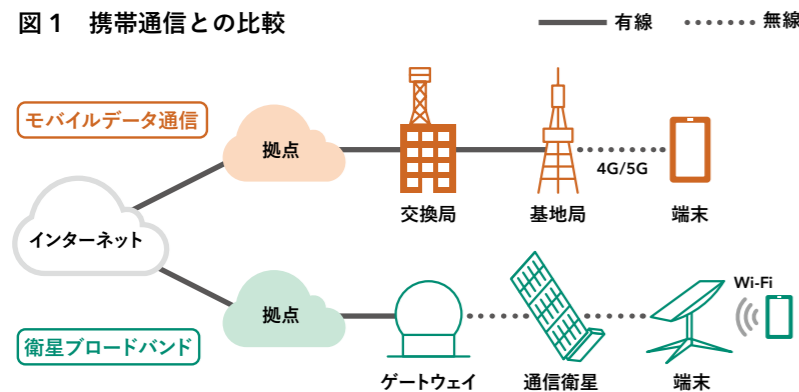
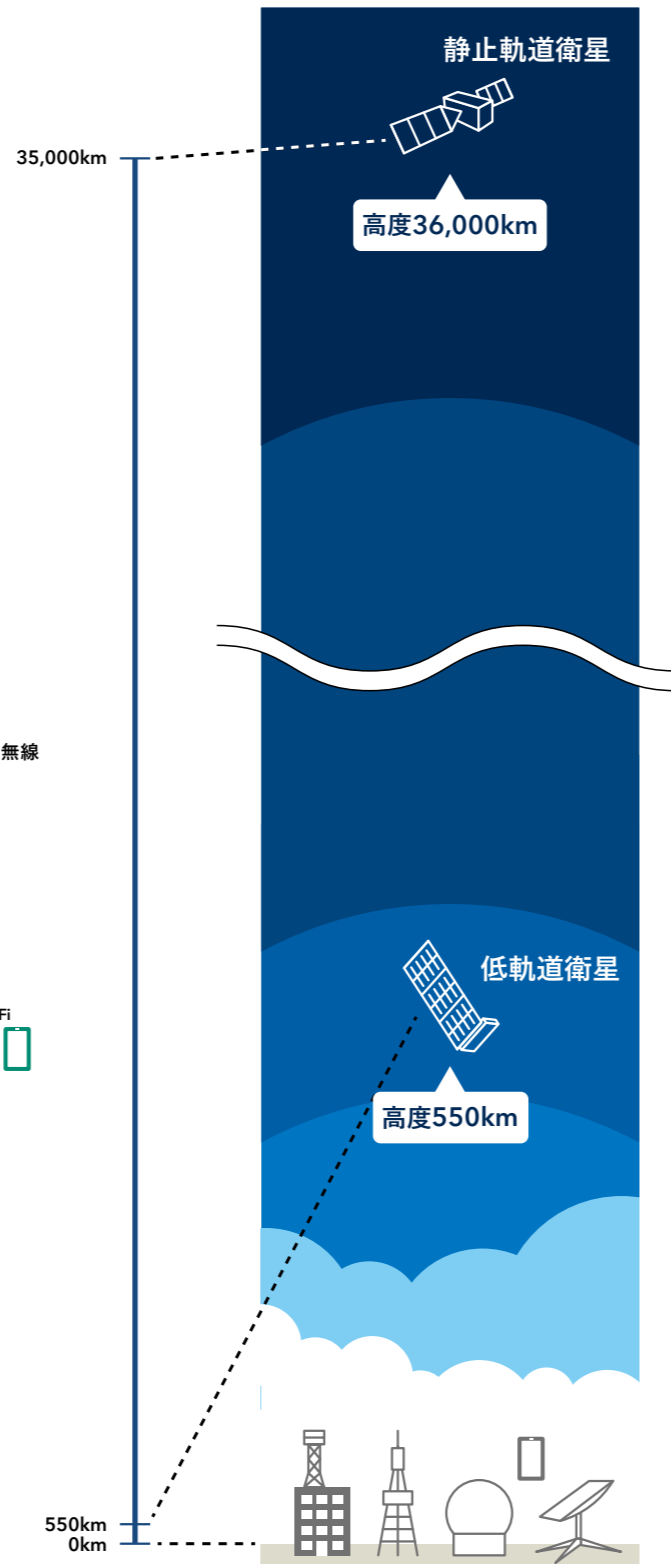


図1では、モバイルデータ通信と衛星ブロードバンドの設備を並べてみました。これを見ると、両者はよく似ていることがわかります。モバイルの基地局に相当する部分が通信衛星に置き換わっただけのようにも見えます。衛星ブロードバンドの登場により、新しい無線通信の手段に衛星が追加されたとも言えるでしょう。

両者の大きな違いは、端末と基地局・通信衛星との距離です。衛星ブロードバンドで使われている低軌道衛星の高度は550km、その先のゲートウェイまでの距離も考慮すると1100kmありま

図2 低軌道衛星と静止軌道衛星



す。これはモバイルデータ通信と比べるとかなり遠く、通信の遅延に影響します。ただ、空中を伝わる電波の速度は光速と同じですので、この程度で差を体感するのは困難なレベルです。

ちなみに、衛星通信でも静止軌道衛星は3万6000kmの距離にあります。この距離になると、光速でも遅延をはっきり感じます。(図2)

低軌道衛星を地上から見ると、静止衛星のように一つの場所に留まることができません。常に移動してしまうので、地球を覆うように数多くの衛星を配置し、衛星が常時見えている状態にしておかないと接続を維持できません。そのため、低軌道衛星の場合、何千機もの衛星を協調動作させて動かすことになります。これは「衛星コンステレーション」と呼ばれています。

衛星ブロードバンドのサービスプロバイダ

ここからは、注目度が高いプロバイダについて解説します。

● Starlink

現在、地球上で個人向けも含めてサービスを提供できているプロバイダはStarlinkだけです。

Starlinkを提供するSpaceXは、衛星を打ち上げるためのロケットを自前で開発し、これまでの常識では考えられないような頻度で衛星を投入しています。すでに投入済みの衛星は5000機を超え、最近では週3回程度、一回に数十機の衛星を投入しています。SpaceXは衛星からロケットまで垂直統合で取り組むことで、この勢いを実現しています。同社は新型の世界最大のロケットStarshipの開発も進めており、先日、二回目のテストフライトが実施されました。Starlinkの計画にある4万機を超える衛星の投入はStarshipの投入が前提になっています。

SpaceXがここまでできる理由は、「火星移住」という壮大なミッションのもと、そのために必要なものを揃えていくという計画があるからとも言えます。ロケットも通信衛星も「火星移住」に欠かすことのできないインフラの一部なわけです。(図3)

● Project Kuiper

Project Kuiperは、Amazonのグループ会社によって準備が

図3 Starlinkの強み

- 再利用可能な自前の打ち上げロケット。
- Falcon9は週3回のペースで打ち上げを実施(2023年は96回、2024年は144回を計画)。
- Falcon9よりもはるかに衛星搭載数の多いStarshipを準備中。
- すでに5000機を超える衛星による衛星コンステレーションを構築済み。
- イーロン・マスクをトップとした迅速な意思決定と実行が可能。



進められている衛星コンステレーションです。規模としては3236機まで当局の承認を得ており、578機が稼働したところでサービスを開始する計画ですが、現在はまだ2機のプロトタイプしかありません。

これまでには衛星の打ち上げに利用するロケットの調達に課題がありました。現在、衛星の打ち上げプロバイダとしてSpaceXを含む四社と契約を結んでいます。なかでも最大規模のULAのVulcanロケットが先日打ち上げに成功しました。2024年末までに初期の商用顧客向けにベータテストを開始する計画で進んでおり、日本でもNTTグループが戦略的提携を発表するなど期待が膨らんでいます。

● その他

衛星コンステレーションを利用して接続を提供するサービスには、さまざまな企業が取り組んでいます。IoT利用を想定した間欠的な接続や、中軌道を使ってコンステレーションの規模を抑えたものもあります。今後もさまざまなアイデアにもとづいた接続サービスの登場が期待されます。

中国の動向

衛星コンステレーションについては、中国も国営のインターネット衛星コンステレーション「国網」(Guowang)を計画しています。国網は地球低軌道(LEO)に1万3000機の衛星を打ち上げ、Starlinkと同様の衛星ブロードバンドを提供する計画のようです。最近、実験衛星の打ち上げに成功したとの噂もあります。

今後の展開

現状、衛星ブロードバンドと言えば、Starlinkだけを指しているような状態ですが、今後はProject Kuiperや中国のGuowangが参入してくると考えられます。地球を覆うように稼働する衛星ブロードバンドはグローバルに活用できないと効率が悪いため、健全な競争のもと、地球上の人々が利用できるようになってほしいと思います。



モバイル端末を利用した衛星とのD2D通信

本稿では、モバイル端末を用いて衛星通信網と直接通信（Direct to Device / 以下、D2D）を行なう新たな通信の概要と、D2D通信を実現する3つの方式について解説する。

IJ MVNO 事業部 技術開発部モバイルプラットフォーム開発課
シニアエンジニア

大内 宗徳

はじめに

モバイル通信の世界では、3GPP と呼ばれる標準化団体が中心となり、衛星通信網や成層圏に滞空する基地局網（HAPS）からなる非地上（携帯）通信網を NTN（Non-Terrestrial Network）と定義し、2022年に標準化が完了した3GPP Release 17の NTN 仕様に沿って、NTN に関する各社の製品開発やサービス提供に向けた動きが活発になっています。

一方、3GPP NTN 標準化に先行して、独自仕様にもとづく低軌道周回衛星（LEO）を用いた固定ブロードバンド通信が可能な衛星通信サービスや、モバイル端末で衛星と D2D を実現するサービスも利用されています。

以下では、後者の衛星との D2D 通信を行なうサービスを中心に、最新動向について解説していきます。

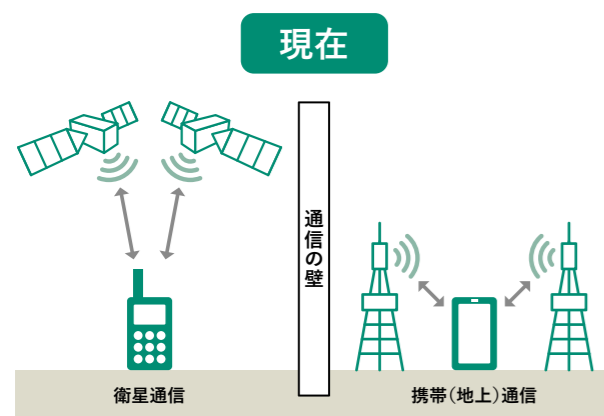
衛星とのD2D通信の目指す世界

ここ1、2年で多数のLEO衛星を介した、従来よりも安価でブロードバンド通信が可能な衛星通信サービスが日本でも利用されるようになってきました。

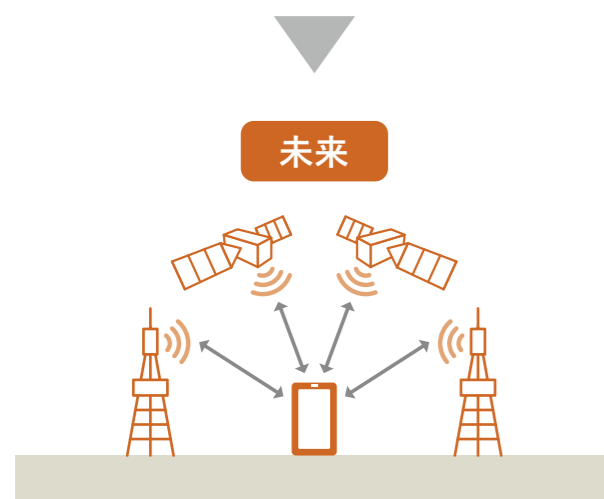
LEO衛星を利用した通信サービスは、従来の衛星通信に比べて、低遅延かつ広帯域を特徴としています。地上側でパラボラアンテナのような衛星通信専用のアンテナを持つ地上局が必要で、基本的には固定設置を前提としています。

そうしたなか、既存のスマートフォンやIoTデバイスなどを用いて、衛星通信専用のアンテナを利用しないで、衛星と D2D 通信を行なうサービスが注目を集めています。

以前の方式だと、衛星通信には専用アンテナや専用端末が不可欠で、地上通信には携帯端末を用いるという、衛星と地上通信のあいだに「壁」が存在していましたが、衛星との D2D 通信はこの壁を取り払い、一つの端末で衛星と地上通信の両方を実現するというパラダイムシフトをもたらす技術であり、今までにない新たなサービスの実現が期待されています。（図1）



それぞれの通信専用の端末が必要



衛星と携帯通信を同じ端末で実現
携帯用アンテナで衛星通信も実現してしまう。

図1 衛星とのD2D通信の目指す世界

衛星とのD2D通信の実現方式

衛星とのD2D通信を実現するための実装は、基地局との通信機能を制御するベースバンドモデム部分にどのような機能を持たせるかにより、大きく3種類に分類されます。ただし、どの方式でも地上の携帯通信は、これまで通り携帯通信方式を利用します。以下では、各方式について解説します。（図2）

① 独自仕様方式

この方式は、衛星とのD2D通信に独自仕様の機能を組み込み、既存のLEO衛星とD2D通信を行ないます。また、既存のLEO衛星が使う周波数をそのまま利用しています。一部地域で発売されているAppleのiPhone 14以降の端末はこの機能を利用して、LEO衛星と小容量メッセージのD2D通信を実現しています。

ただ、既存のLEO衛星側は、スマートフォンのような衛星通信向けのアンテナ機能が貧弱な端末とのD2D通信に最適化されていないため、ユーザが常に端末をLEO衛星側に向けてるように調整しないと、安定的な通信は厳しいようです。

② 3GPP Release 17以降のNTNを利用する方式

この方式は、標準化された3GPP Release 17のNTN仕様を実装し、衛星とD2D通信を行ないます。この方式はさらに2つに分類されます。5G由来の高速通信に対応し、LEO衛星との組み合わせを想定したNR-NTN方式と（低消費電力かつ広域小容量通信であるLPWAに特化したCat-M1またはNB-IoTと呼ばれる通信方式に由来する）静止軌道衛星（GEO）との組み合わせを想定したIoT-NTN方式です。

両方ともこの方式用に割り当てられた衛星通信専用の周波

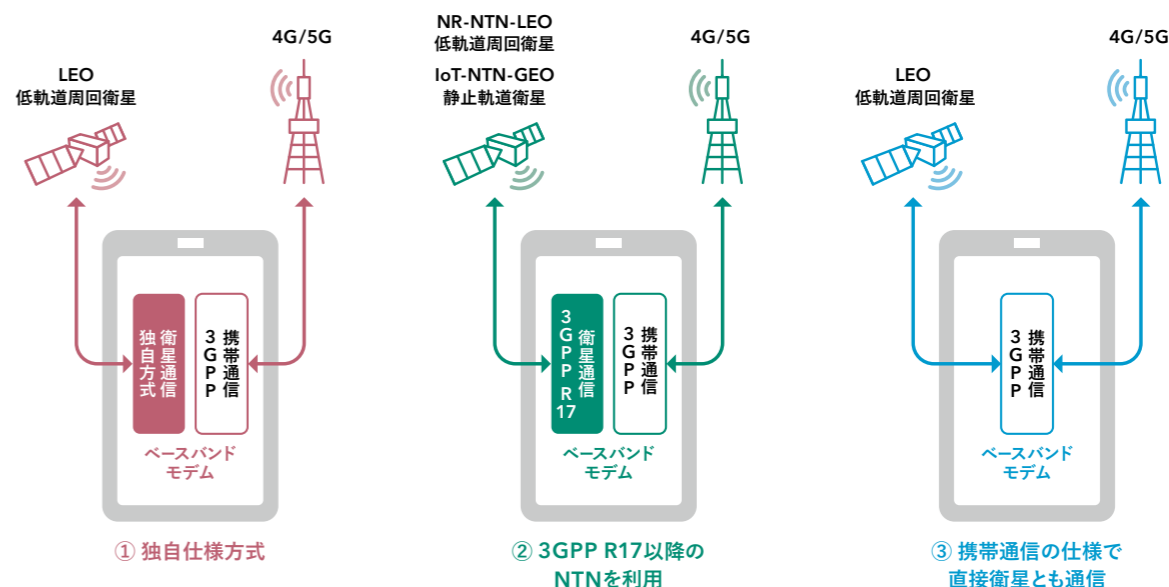


図2 衛星とのD2D通信の実現方式の比較

数を利用します。衛星と端末の双方で衛星通信のための実装がなされるため、安定したD2D通信が期待できます。現在は一部の衛星通信事業者においてGEO衛星を利用したIoT-NTN方式の実装が先行しているようです。

③ 携帯通信の仕様で直接衛星と通信する方式

この方式は日本の通信事業者でも話題になっている、衛星通信の機能を持たない既存スマートフォンなどで地上通信用の仕様のままLEO衛星とD2D通信を実現します。地上で利用している携帯通信用の周波数の一部を衛星から直接発射する方式が想定されています。

この方式の実装は、衛星通信事業者のD2D通信を実現する独自技術にもとづくため、詳細については不明な点が多いのですが、本来は端末側で実装すべき衛星通信に必要な機能を衛星側に肩代わりさせることでD2D通信を実現している可能性が高いと推測されます。

この方式の実装の難度は非常に高く、今のところ限定された通信試験の結果しか漏れ聞こえてこないため、LEO衛星と端末間で安定したD2D通信が可能なのかは、今後注視していく必要があると思われます。

むすび

本記事では、衛星とのD2D通信による新たな通信サービスの可能性と3種類のD2D通信の実現方式について解説しました。

IJではMVNO通信サービスを進化させ、ユーザへの新たな通信サービスの提供を目指して、衛星通信サービスの調査・研究・開発を引き続き進めていきたいと考えています。

Starlink を当社ビルの屋上に常設

IJの100%子会社で、IT運用アウトソーシング事業を行なうIJエンジニアリングは、衛星ブロードバンド通信サービスのオフィスビルなどへの導入をサポートする「衛星ブロードバンド導入支援ソリューション」の提供を開始した。本稿ではソリューション提供に至る第一歩として、当社ビルの屋上にStarlinkを設置した経緯をレポートする。

IJエンジニアリング事業開発部長

米田 雅貴

2 仮設置してみたところ……

そこで、近隣ビルの影響を受けない当社ビルの屋上でテストしてみることになりました。想像通り屋上の視界は良好で、Starlinkをテストする場所としては最適であったのですが……

- テストのたびにビル管理事務所に作業届を出して、機材を屋上まで運搬する必要がある。
- 夏は暑く、冬は寒いので、長時間テストをすると心が折れる。
- 天候との相関関係を調べるためには、長期測定が必要である。

といった理由により、Starlinkを屋上に常設して、オフィスフロアで日常的に使えないかと考えるようになりました。



ビルの屋上に仮設置した様子

1 衛星ブロードバンド “Starlink”

国内携帯キャリア網の人口カバー率は諸外国と比べて高く、利用できない場所を探すほうがむずかしいくらいですが、想定以上に人が集まった場合などは十分に速度が出ないこともあり、映像ソースのアップロード手段として衛星ブロードバンドには以前から注目していました。そこで、Starlinkが国内で購入できるようになったタイミングで早々に購入しました。

Starlinkを利用するためには、おもに北側の空が十分に開けている必要があるのですが、都内は高層ビルが多いため、会社前の広場だと隣のビルが障害物となり、十分に性能が発揮できませんでした。



ビルの前で公式アプリを使って測定した結果

3 ビル管理会社への説明

ビル管理会社には、Starlinkのサービスの概要や常設することのメリットなどを丁寧に説明しましたが、初めて許可を出すアンテナということもあり、管理会社内で設置の許可が下りるまでに何度かやり取りして、時間もかかりました。

4 現場調査

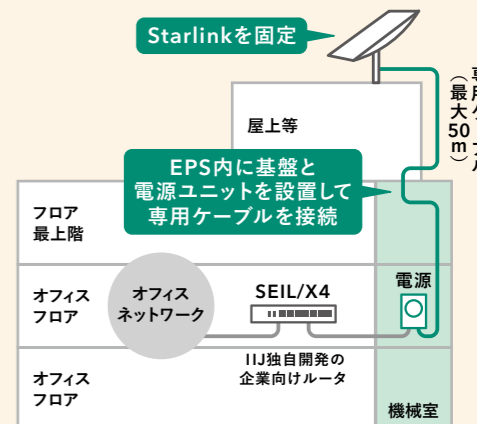
ようやく設置の許可が下り、アンテナの設置方法について詳細を詰める段階になりました。

アンテナの設置場所は、パラボラアンテナ用の土台を利用していいとのことだったので、すぐに決まりました。

次に、オフィスフロアまでの配線です。幸いにも配管を利用できたのですが、経路を確認したところ、総距離が机上計算で約60mになることが判明しました。

Starlinkのアンテナに接続するケーブルはコネクタの形状が独自仕様のPoEケーブルで、付属している標準ケーブルだと約15mです。オプションの長尺ケーブルでも50m弱しかないので、届かないことになります。

ビル管理会社と再度協議した結果、EPS内に木盤と電源ユニットを設置させてもらうことになり、この問題は解決できました。



ビル内の配線略図

6 アンテナ工事

アンテナ設置当日はとても暑い日でしたが、想定より短時間で開通できました。



屋上のアンテナ

EPS内に設置した電源ユニット

7 設置後の利用状況

設置後はオフィスフロアや来客用会議室でとても快適に衛星ブロードバンドを利用できています。

テスト中にそのままTeams会議に参加してしまったこともありますが、違和感なく利用できました。別フロアでサポートセンターを運用しているメンバーからは、広域災害時のバックアップ回線として使えるようにしておきたいという意見も寄せられています。

5 書類提出

設計が決まった段階で、ビル管理会社へ以下の書類を提出しました。

- 現地調査報告書
- 工事承認願
- 作業概要書

8 知見の共有

当社ビルの屋上にStarlinkを常設したいと思ってから実現するまでに約半年の時間を要し、調整事項も多く大変でした。また、フレッツなどのブロードバンドと違い、工事方法が確立されておらず相談する先もなかったこともあり、自分たちで試行錯誤した事項もありました。

皆さまがビル屋上に設置したいと思った際、今回の知見を共有して設置のお役に立てないだろうかと考え、先日プレスリリース*を出しました。さらに詳しいことなどご興味があれば、気軽にお問い合わせください。

*IJエンジニアリング、オフィスビル等での工事をサポートする「衛星ブロードバンド導入支援ソリューション」を提供開始
<https://www.ij-engineering.co.jp/news/pressrelease/20231212.html>

デジタル冷戦と抑止戦略

近年、国家の関与が疑われるサイバー攻撃が急増している。
これを受けて、米国を中心にサイバーセキュリティの領域にも
「抑止戦略」の考え方が取り入れられつつあり、
日本でも具体的な検討が進んでいる。

IIJ 取締役副社長
谷脇 康彦

抑止戦略とは？

「我々のデジタルインフラは戦略的国家資産 (strategic national asset) であり、これを守ることは国家安全保障上の優先事項だ」

2009年5月、オバマ米国大統領 (当時) は、ホワイトハウスでの演説でこう語った*1。これを契機に、米国のサイバーセキュリティの領域に抑止戦略 (deterrence policy) という考えが導入されることになった。

そもそも抑止戦略とは何か。少し歴史を紐解いてみたい。抑止戦略という考え方は、1945年の第二次世界大戦の終結後、ソ連の崩壊まで40年以上に及んだ東西冷戦期の核抑止戦略に端を発する。

A国がX国から核先制攻撃を受けた場合を考えてみる。先制攻撃によってA国は甚大な被害を被ることになるが、反撃のための「第二撃能力」を保有していれば、A国の反撃でX国も甚大な被害を受ける。このため、X国は核先制攻撃を思いとどまることになる。攻撃のコスト (A国の反撃による被害) が攻撃の利益 (A国に与える被害) と同等以上であれば、X国は先制攻撃を思いとどまる。これが懲罰的抑止 (deterrence by punishment) と呼ばれる考え方だ。一方、X国が核先制攻撃をしたとしても、A国のミサ

イル防衛 (MD: Missile Defense) システムに阻まれて攻撃そのものを完遂できないような場合、これは拒否的抑止 (deterrence by denial) と呼ばれる。いくら攻撃しても何も結果を伴わない「骨折り損」の状況と言える。

核抑止戦略は、この懲罰的抑止と拒否的抑止を組み合わせて微妙なバランスをとることで核戦争を回避しようと精緻化されてきた。では、サイバーの世界はどうだろうか？

“二刀流”のサイバー攻撃対策

従来、サイバー攻撃対策といえば拒否的抑止に焦点が当てられてきた。「どんなにサイバー攻撃を受けても鉄壁の防御で守り抜く」という考え方だ。しかし、サイバー攻撃対策に“100%確実”というものはなく、対策には膨大なコストがかかる。「伝統的な拒否的抑止に頼るだけでは心許ない」ということになる。

そこで懲罰的抑止の出番となる。この際、「攻撃してもコストがかかるだけ」と攻撃者に思わせる必要がある。しかし、従来は攻撃者を特定することが極めて困難だった。これはアトリビューション (帰属) 問題と呼ばれるもので、「コストがかかるだけ」と思わせる相手が定まらないとどうしようもない。仮に攻撃者を特定できたとしても、攻撃さ

れた側の反撃により、どれだけコスト (被害) を課せられるのかを公表するのがむずかしい面もある。というのも、反撃力がどの程度あるのかという手の内を見せると、その国がどれだけ防御力を持っているのかも見透かされてしまうからだ。

しかし、さまざまな情報から攻撃者を特定する手法が進化し、脅威情報の官民共有などが進むなか、米国は拒否的抑止だけに頼る“一本足打法”でなく、拒否的抑止に加えて懲罰的抑止も重視する“二刀流”でいくことになった。

こうした考え方は、2020年3月に公表された米連邦議会「サイバー空間ソラリウム委員会」報告書*2で明確化された。サイバー攻撃の抑止戦略を三層構造とし、まず第一層として、行動規範の形成 (サイバー攻撃は自制すべきであるという国際的な意識の醸成やルールの形成)。第二層として、行動規範を破ってサイバー攻撃が行なわれた場合の拒否的抑止。さらに第三層として、攻撃による実害が出た後の懲罰的抑止となる。

このうち、第二層の拒否的抑止については、単に「城壁を高くする」という境界防御の考え方だけでなく、「攻撃者に内部侵入されることを前提にいかにも早く感知し対策を講じるか」という深層防御 (defense in depth) の考え方に加え、攻撃されてもシステムの機能を維持しつつ、修復を急ぐレジリエンス (抗たん性) の獲得が重要だとしている。さらに、攻撃者に「攻撃コストが高くつく」と認識させる懲罰的抑止の手段として、外交的な非難、法的措置 (刑事訴追)、経済制裁などが想定されている。

実際、2014年5月、米司法省は、中国人民解放軍の兵士5名を標的型攻撃により米企業から情報窃盗したとして刑事訴追したほか、2023年5月にはランサムウェアを使ってサイバー攻撃を行なったロシア人を刑事訴追した。また、2021年4月、バイデン大統領は米大統領選への介入や米企業に対するサイバー攻撃などを理由に、ロシアへの経済制裁を強化する大統領令に署名。25の企業・機関と21名の個人について米国保有資産を凍結し、在米ロシア外交官の国外退去などを命じた。これらはいずれも懲罰的抑止に該当する。

こうした懲罰的抑止の重要性が高まっている背景には、



国家の関与が疑われるサイバー攻撃の急増——特に軍事的手段とサイバー攻撃のような非軍事的手段 (偽情報の流布を含む) が入り混じって展開する“ハイブリッド戦争”が現実化したことで、安全保障戦略におけるサイバーセキュリティの重要性が格段に上がっていることが挙げられる。

日本でも2022年12月に閣議決定された国家安全保障戦略*3において、能動的サイバー防御 (active cyber defense) の導入が盛り込まれた。能動的サイバー防御は、「武力攻撃に至らないものの、国、重要インフラ等に対する安全保障上の懸念を生じさせる重大なサイバー攻撃のおそれがある場合、これを未然に防止し、また、このようなサイバー攻撃が発生した場合の被害の拡大を防止」することを目的としている。これは、攻撃者のコストを引き上げるという点で懲罰的抑止の役割を果たすものであり、かつ攻撃拒否の精度を引き上げるという意味では拒否的抑止の側面も持っている。

サイバー空間において大国間の対立が激しさを増す“デジタル冷戦”とも呼ぶべき状況が差し迫るなか、包括的なサイバー抑止戦略を早急に明確化することが必要だ。

*1 The White House “Remarks by the President on Securing Our Nation’s Cyber Infrastructure”
May 29, 2009 <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/remarks-president-securing-our-nations-cyber-infrastructure>

*2 Cyberspace Solarium Commission Report, March 2020 <https://www.solarium.gov/report>

*3 「国家安全保障戦略」、国家安全保障会議決定・閣議決定 (2022年12月) <https://www.cas.go.jp/jp/siryou/221216anzenhoshou/nss-j.pdf>

「やばい」とは？

日本語には「意味が変化」する面白い言葉があつて、もと
もと悪い意味で使われていたのが、ある時点から急に良い
意味に転じることがあります。例えば「やばい」という言葉
です。『デジタル大辞泉』を調べてみると「危険や不都合な
状況が予測されるさま。あぶない。」とありますが、「若者の
間では「最高である」「すごい」の意にも使われる。」と
補足説明されています。また『実用日本語表現辞典』でも
①「危険または不都合な様子。状況・具合が良くないさま。
②非常に興味を引くさま。大変面白いと感じる様子。」とあ
ります。いずれにせよ二つの、なぜか正反対の意味に使わ
れる言葉になっているのです。

少なくとも筆者が子どもの頃は一つ目の意味、つまり「や
ばい、宿題やってない!」とか「テストどうだった? いやー、
やばいよ(できなかつた)」などと悪い意味でしか使われま
せんでした。ところが近頃では、筆者のテストの出来が相当
良かったように聞こえてしまうこともあるわけです! ほか
に類似した変化を遂げた言葉に、「えぐい」とか「頭おかし
い」などがあります。いずれも、もとは悪い意味だったのが、
「もの凄いい」とか「普通じゃ思いつかないくらい素晴らしい」
といった意味に転じたのです。

われわれ年寄りには、往々にして「言葉が乱れている。け
しからん!」などと言ってしまうがちですが、その前に、
なぜこんなことが起こるのかを考えてみましょう。

「あはれ」の変遷

古典を紐解くと、実はこのような変化は最近に始まった
ことではないようです。例えば、平安時代の「ものあは
れ」がメディアに出てきて謝罪するのが当たり前になり、原
因究明や再発防止策を求められ、場合によっては新しい法
律まで作って、基準から外れることを防止するような社会、
決められた基準から外れることが「悪」と見なされるよう
な社会になりつつあります。

しかし、そうした外圧が強ければ強いほど、そこから大
きく外れるものに、自分が持つていないカッコ良さや凄さ、
美学までも見出すのはある意味、自然なことのように感じ
られます。若い人たちが「やばい」ことに憧れる感覚は、
大人たちが作り上げた社会の古いしきたりに対する反抗、
アンチテーゼと言えるのかもしれない。

博多の屋台

去る一月中旬、九州の福岡市でJANOGというインタ
ーネットのオペレータの集まりがあり、久々に出かけて来
ました。久々すぎて、会場で会う人会う人に、まるで「ツチ
ノコ」でも見つけたかのような目で見られてしまいました
(笑)。JANOGの運営チームは若者中心に組まれている
うえに、世代交代がどんどん進む仕組みになっているので、
「最近、どうなっているかな?」と興味津々で時々出向きた
くなります。今回はなんと三〇〇〇人もの来場者を集め、
だんだん「ヤバイ」場になってきたようです。

初日が終わった夜、久々に博多の天神で飲んだあと、中
州に渡る橋の袂から川に沿ってたくさん屋台が並んでい
る光景を見て驚きました。博多の屋台は戦後の闇市から始
まった、まさに「ヤバイ」場所でしたが、歩道を占拠した
不法営業や汚水のたれ流し、一等地を安価な使用料で使っ
ていることに対する周辺店舗の不公平感などから、二〇年
ほど前だったでしょうか、「屋台営業の新規参入を原則認め

人と空気とインターネット

ヤバい場づくり

III 非常勤顧問 浅羽 登志也

不都合なもの、危ないものが出ないようにしようと、

いいものまで出てこなくなるのは、なぜなのか?

今回は、時に相反するものに転じることさえある「言葉の意味」に対する

筆者の気づきをもとに考えてみたい。

れ」です。そもそも「あはれ」は「哀れ」から発生した概
念であり、「悲しみ、哀れみ」を表す言葉だったのが、次第
に「あはれ」なるものに対し「しみじみとした趣き」を感じ
るようになりました。つまり、無常なコトや稀少なモノに
「悲しみ」を感じていたのが、そうであるがゆえに「尊さ」
を感じるようになり、そこから良い意味へと転じていった
のではないのでしょうか。

「あはれ」は鎌倉時代になると「あっぱれ」へと転じて
「驚くほど立派、見事である」という意味になるのですが、
これは部下の命を顧みない闘いぶりや稀有な働きに対して
稀少感・無常感を感じた武将が、その尊さを褒め称えて「あ
っぱれ」と言う感情を表すようになった、と推察されます。
漢字で書くと「天晴れ」ですから、本来の「哀れ」からの発
展ぶりは、それこそ「やばい」ものがあります(笑)。

さらに「あはれ」は室町時代になると「わびさび(侘び寂
び)」を含む概念へと発展していきます。Wikipediaでは「慎
ましく、質素なものの中に、奥深さや豊かさなど『趣』を感
じる心、日本の美意識」とあります。また「人の世の儂さ、
無常であることを美しいと感じる美意識であり、悟りの概
念に近い、日本文化の中心思想である」とされています。

つまり「やばい」に代表される意味の変遷の背後には、
こうした「わびさび」に通じる定型があると仮説できない
でしょうか。もともと「やばい」は「危ないモノ、ダメなコ
ト」に対して使われていたのが、そのうちそこに従来の基
準や標準から外れた、一定の価値基準にはハマらない、何
かワクワクするような稀少性・凄さ・趣を感じるようになり、
新たな価値を見出すに至ったというわけです。

ところで、昨今の若者は型にハマることを良しとする風
潮の中で育っており、その風潮は一段と強まっているよう
にも感じます。最近では、何か不具合や事故があると、責任
ない」という条例が制定されて屋台が減り始め、「そのうち
なくなるのでは」と言われていました。ところが今では小
綺麗で、しかも昔のようにラーメン屋ばかりでなく、明太
子専門屋台や四川中華専門屋台など、アイデアを凝らした
オシャレな屋台が並び、入店を待つ客があちこちで列をな
し、どの店も老若男女で賑わっています。これはどうした
ことでしょうか?

この変化の要因としては、一〇年前に福岡市が「屋台基
本条例」を制定し、屋台運営の営業時間や規格など細かな
ルールを明確化したうえで、区画をきちんと決めて、各区
画に上下水道を整備するなど行政側がインフラを整え、開
店希望者を公募するといった施策が功を奏したそうです。
その結果、若者に人気の屋台が増え、二〇二三年一月には
米「ニューヨーク・タイムズ」で「今年行くべき場所」とし
て紹介され、減少傾向にあった屋台の数も同年七月には増
加傾向に転じ、多くの人で溢れる人気スポットに変わった
のです。まさに「ヤバイ」変化が起こったわけです。

進化論的に見ると、「ヤバイ」ことというのは普通ではあ
り得ないことで、突然変異のようなものと捉えられるので
しょうが、多くの場合、そう言ったものは自然淘汰されて
いきます。しかし、そのなかで本当に新たな価値を發揮し
ただけが生き残り、我々の社会を進化させる機動力に
なるのです。

だとすると、「ヤバイ」ものがある一定数出てくるような
仕組みを作っておくことが、良い意味での「ヤバイ」もの
を生み出すことにつながり、新たな社会が立ち上がってい
く土壌になるとも考えられます。日本の閉塞感を打破する
ためには、このような若者中心の「ヤバイ変化」を促進する
「ヤバい場づくり」を、もっともっとやったほうがいいの
ではないでしょうか。

マレーシアの新子会社

IJ グローバル事業本部 グローバル統括部

太田 怜



IJは2023年12月1日、マレーシアにおいて主にシステムインテグレーション事業を手がけるPTC SYSTEMS SDN.BHD. (以下、PTC マレーシア)の全株式を取得し、子会社化しました。筆者は、PTC マレーシアのM&Aプロセスに参画し、IJグループとしての経営統合を推進するPMI (Post Merger Integration) プロジェクトにも参加しています。

PTC 社の概要

PTC マレーシアは、当社が2021年4月に買収したPTC SYSTEM (S) PTE LTD (以下、PTC シンガポール)の創業者Lim氏 (現PTC シンガポールCEO) が2007年に設立した会社です。PTC シンガポールと比べると小規模ではありますが、ストレージ、サーバ、スイッチ関連のシステム構築に強みを持ち、米国の大手半導体メーカ、地場大手企業、また日系金融関連企業をはじめとする優良顧客を多数抱えています。

グローバル事業の拡大に向けて

PTC マレーシアの加入は、現地でのビジネス経験が豊富な経営人材の獲得、ローカル顧客へのアクセス確保などにより、IJグループとして未進出であったマレーシア市場への確固とした足掛かりとなり、ASEAN 地域におけるIJグループの事業規模・事業領域の拡大に向けてアクセルを踏むことにつながります。IJが強みとするセキュリティやクラウドサービス、PTC シンガポールが強みとするAI関連のソリューションなどを武器に、他の海外子会社を含むIJグループ各社と連携しながら、マレーシアにおいて未開拓である日系企業へのアプローチや新たな現地企業との案件発掘などを行なって、グローバルポートフォリオの拡充を目指していきます。またマレーシアにはIJのグローバルサポートセンターも構えており (車で約10分の距離)、将来的にはPTC マレーシアとのシナジーも見据えています。

今後は、PTC マレーシア社の業績管理やコーポレートガバナンスの仕組みを制定するなど、IJグループ企業としての一体化に取り組んでいきます。マレーシアは多民族国家であり、1つの会社の中でも言語・習慣・文化・宗教などが多種多様で、数々のチャレンジがあることも予想されます。筆者はこうした多様性を尊重して、その背景にも興味を持ち、相互理解を通じて信頼関係の醸成と現地の緊密な連携のもと、グローバル事業の拡大に貢献できるよう頑張っていきたいと思っています。



現地主要メンバー、右奥がMDのPatrick氏

人工衛星とインターネット

IJ テクノロジーユニット シニアエンジニア

堂前 清隆



Starlinkが安価で実用レベルの人工衛星経由のブロードバンド・インターネット接続サービスを提供し、他の事業者もあとを追いかけるように事業化を進めています。地上に専用のアンテナを設置するタイプ以外に、スマートフォンが人工衛星と直接通信する方式も開発されており、よりいっそう手軽に利用できるようになることが期待されています。

こうした地上の通信回線やアンテナに頼らない通信網は、非地上系ネットワーク (NTN: Non-Terrestrial Network) と呼ばれています。ここ数年のNTNは、Starlinkの躍進が牽引していますが、実はStarlink以前から人工衛星を利用したインターネット接続サービスは存在していました。これらのサービスとStarlinkは、いったい何が違うのでしょうか? 以下では2つの技術的課題を取り上げます。

1つ目の課題は、通信に使う電波の減衰です。人工衛星は地上から数百km~3万6000kmという高空を飛行します。地上の端末と人工衛星との距離が長くなると、それだけ電波が減衰します。電波の減衰を補うには、アンテナを大きくしたり、送信する電波を強くするという方法がありますが、機器のサイズが大きくなり、消費電力も増えてしまいます。特に地上側の端末から人工衛星へ向けた電波 (アップリンク) において端末の形や重量への影響が懸念されます。

2つ目の課題は、人工衛星から地上に向けた電波 (ダウンリンク) の広がりです。電波は人工衛星から円錐状に広がりながら発射されるため、地上の広いエリアに届きます。広いエリアに電波が届いてしまうということは、多数の利用者が同じ電波を共用することになります。1つの電波で通信できる情報量には上限があるため、共用する人数が増えると一人ひとりが利用できる通信速度が遅くなってしまいます。

従来からある人工衛星経由の通信サービスのほとんどは、地上から約3万6000kmを飛行する「静止軌道衛星」を利用していました。静止軌道衛星は地上から遠いところを飛行しているため、ここに挙げた課題の影響を大きく受けてしまいます。

これに対しStarlinkは、地上から約500kmという低いところを飛行する「低軌道衛星」を利用しています。そのため、電波の減衰も少なく、また、小さなエリアを狙って電波を発射できるので、利用者が増加しても通信速度が下がりにくいという特徴があります。

しかし、低軌道衛星にはデメリットもあります。静止軌道衛星は地上から見ると、文字通り上空の一点に静止しているように見えます。一方、低軌道衛星は上空を高速で移動するので、数分から数十分で通り過ぎてしまいます。このため、低軌道衛星で継続的な通信を実現するには、数十機~数千機の衛星を打ち上げて、それらが入れ替わり立ち替わり上空に来るようなシステムを作る必要があります。これを「衛星コンステレーション」と言います。さらに、低軌道衛星は地球大気の影響を受けやすく、運用可能な期間が数年程度とされており、15年程度運用可能と言われる静止軌道衛星に比べて、かなり短い期間です。

こうしたことから、低軌道衛星による通信サービスでは、大量の衛星を継続的に打ち上げ続けなければならない、膨大な費用を要します。実は1998年に低軌道衛星を利用した衛星電話イリジウムがサービスを開始したのですが、利用者獲得が進まず翌年、経営破綻してしまいました (現在、後継会社がサービスを継続中)。

Starlinkは豊富な資金により多数の衛星を打ち上げて、思い切った低価格で利用者を集めることでローンチに成功しました。今後、競合に追い上げられるなか、経営を安定軌道に乗せられるかどうか、経営陣の手腕に注目が集まっています。

1 IIJ 情シス Boost-up Project

「IIJ 情シス Boost-up Project」は、情報システム関連部門で働く皆さまに、日々の活動や組織運営のヒントとなる情報をお届けする取り組みです。プロダクト紹介や宣伝ではない、情シスの皆さんに役立てていただけるイベント、IIJ独自の調査レポート、オンラインコンテンツなどを発信しています。

IIJ 情シス Boost-up Project のWEB <https://www.ij.ad.jp/svcsol/jboost/>

2 IIJ、総務省が公表する四半期データで MVNO SIMカード型シェア No.1

総務省が昨年12月に発表した「電気通信サービスの契約数およびシェアに関する四半期データの公表（令和5年度第2四半期（9月末）」において、IIJはMVNOが提供するSIMカード型の契約数における事業者別シェアで第1位となりました。

総務省のWEB https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban04_02000234.html



練習と大会出場の日々

自国出場枠があった東京五輪と比較して非常に狭き門となったパリ・パラリンピックの出場枠獲得に向け、日々練習に励んでいます。

現在の練習環境は非常に充実しており、二〇一九年に開所されたナショナルトレーニングセンター・イーストにはオリパラの選手が共用する練習場が設置され、世界トップクラスの健常者の選手の練習を間近に見られるだけでなく、車いすフェンシングの練習のサポートをしてくれることもあるなど、常に刺激を受けられる環境となっています。トレーニングジムやお風呂が併設されているのも個人的にはうれしいところです。また、指導陣もオリリンピックでメダルを獲得した三宅諒コーチを筆頭に、選手育成のプロフェッショナルによる充実したコーチングが受けられます。

ほかにも国際大会前後は各国の選手との共同合宿で、さまざまなフェンサーと剣を合わせたり、外国のコーチに



世界選手権の際の写真(右が筆者)

コラム

ROAD to PARIS

パラアスリート 笹島貴明の

vol.9

「J」広報部 笹島貴明

指導を受けたりして、国によって異なる多様なフェンシングスタイルを吸収できるようにしています。そういった練習の成果か、先日、イタリアで開催された世界選手権では過去一度も勝利したことなかったポランドを相手に勝利し、日本初のベスト4に進出し、3位決定戦ではフランスに負けてしまいました。過去最高順位となる4位を獲得できました。日本の団体のランキングが上がるのは非常に喜ばしいのですが、個人のランキングがより重要なので、残り少ない大会に賭けて、引き続き頑張りたいと思っています。

株式会社 インターネットイニシアティブ

- 本社 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム 〒102-0071 TEL: 03-5205-4466
- 関西支社 大阪府大阪市中央区北浜4-7-28 住友ビルディング第二号館5F 〒541-0041 TEL: 06-7638-1400
- 名古屋支社 愛知県名古屋市中村区名駅南1-24-30 名古屋三井ビルディング本館4F 〒450-0003 TEL: 052-589-5011
- 九州支社 福岡県福岡市博多区冷泉町2-1 博多紙園 M-SQUARE 〒812-0039 TEL: 092-263-8080
- 札幌支店 北海道札幌市中央区北四条西4-1 伊藤・加藤ビル5階 〒060-0004 TEL: 011-218-3311
- 東北支店 宮城県仙台市青葉区花京院1-1-20 花京院スクエアビル15F 〒980-0013 TEL: 022-216-5650
- 横浜支店 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-10 YS新横浜ビル8F 〒222-0033
- 北信越支店 富山県富山市牛島新町5-5 タワー 111 10F 〒930-0856 TEL: 076-443-2605
- 中四国支店 広島県広島市中区銀山町3-1 ひろしまハイビル21 5F 〒730-0022 TEL: 082-543-6581
- 沖縄支店 沖縄県那覇市久茂地1-7-1 琉球リース総合ビル 〒900-0015 TEL: 098-941-0033
- 新潟営業所 新潟県新潟市中央区南笹口1-1-54 日生南笹口ビル7F 〒950-0912 TEL: 025-244-8060
- 豊田営業所 愛知県豊田市西町4-25-13 フジカケ鐵鋼ビル5F 〒471-0025 TEL: 0565-36-4985

IIJグループ／連結子会社

- 株式会社 IIJ エンジニアリング 東京都千代田区神田須田町1-23-1 住友不動産神田ビル2号館15F 〒101-0041 TEL: 03-5205-4000
- 株式会社 IIJ グローバルソリューションズ 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム 〒102-0071 TEL: 03-6777-5700
- 株式会社 IIJ プロテック 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム 〒102-0071 TEL: 03-5205-6766
- 株式会社トラストネットワークス 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム 〒102-0071 TEL: 03-5205-6490
- ネットチャート株式会社 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-10 YS新横浜ビル8F 〒222-0033 TEL: 045-476-1411
- IIJ America Inc. 55 East 59th Street, Suite 18C, New York, NY 10022, USA TEL: +1-212-440-8080
- IIJ Europe Limited 1st Floor 80 Cheapside London EC2V 6EE, U.K. TEL: +44-0-20-7072-2700
- IIJ Global Solutions Singapore Pte. Ltd. 1 Commonwealth Lane, #07-12 One Commonwealth, Singapore 149544 TEL: +65-6773-6903
- PTC SYSTEM (S) PTE LTD Jackson Design Hub 29 Tai Seng Street #04-01 Singapore TEL: +65-6282-0255
- 艾杰(上海)通信技術有限公司 邮编200031 上海市徐匯区淮海中路1045号淮海國際廣場4202-4203室 TEL: +86-21-8026-1899

この冊子の内容はサービス形態・価格など予告なしに変更することがあります。(2024年2月作成)
※表示価格には、消費税は含まれておりません。
※記載されている企業名あるいは製品名は、一般に各社の登録商標または商標です。
※本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部について、著作権者からの許諾を得ず、いかなる方法においても無断で複製、翻案、公衆送信等することは禁じられています。
©Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved. IIJ-MKTG001-0180

発行
株式会社インターネットイニシアティブ 広報部
お問い合わせ
株式会社インターネットイニシアティブ 広報部内「IIJ.news」編集室 〒102-0071 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム TEL: 03-5205-6310 E-mail: iijnews-info@iij.ad.jp

編集
村田茉莉、小河文乃、笹島貴明、中島優
編集協力
合同会社 Passacaglia
表紙イラスト
末房志野
デザイン
榊原健祐、榊原支海 (Iroha Design)
印刷
株式会社興陽館 印刷事業部

表紙の言葉

正方形という単純な形だけで何を伝えられるか？ という遊び心から制作を始めました。1つのパーツが延々とつながっていく様を見ていたら、誰かの友達はまた誰かの友達……と、まるで多くの人々がつながっているように見えてきました。2024年、人とのつながりを大切に、そしてさまざまな良い出会いがあることを願っています。



末房志野

◎IIJ.news 表紙のデザインを壁紙としてダウンロードいただけます。ぜひご利用ください。
URL: <https://www.ij.ad.jp/news/iijnews/wp/>
◎IIJ.news のバックナンバーをご覧ください。
URL: <https://www.ij.ad.jp/iijnews/>

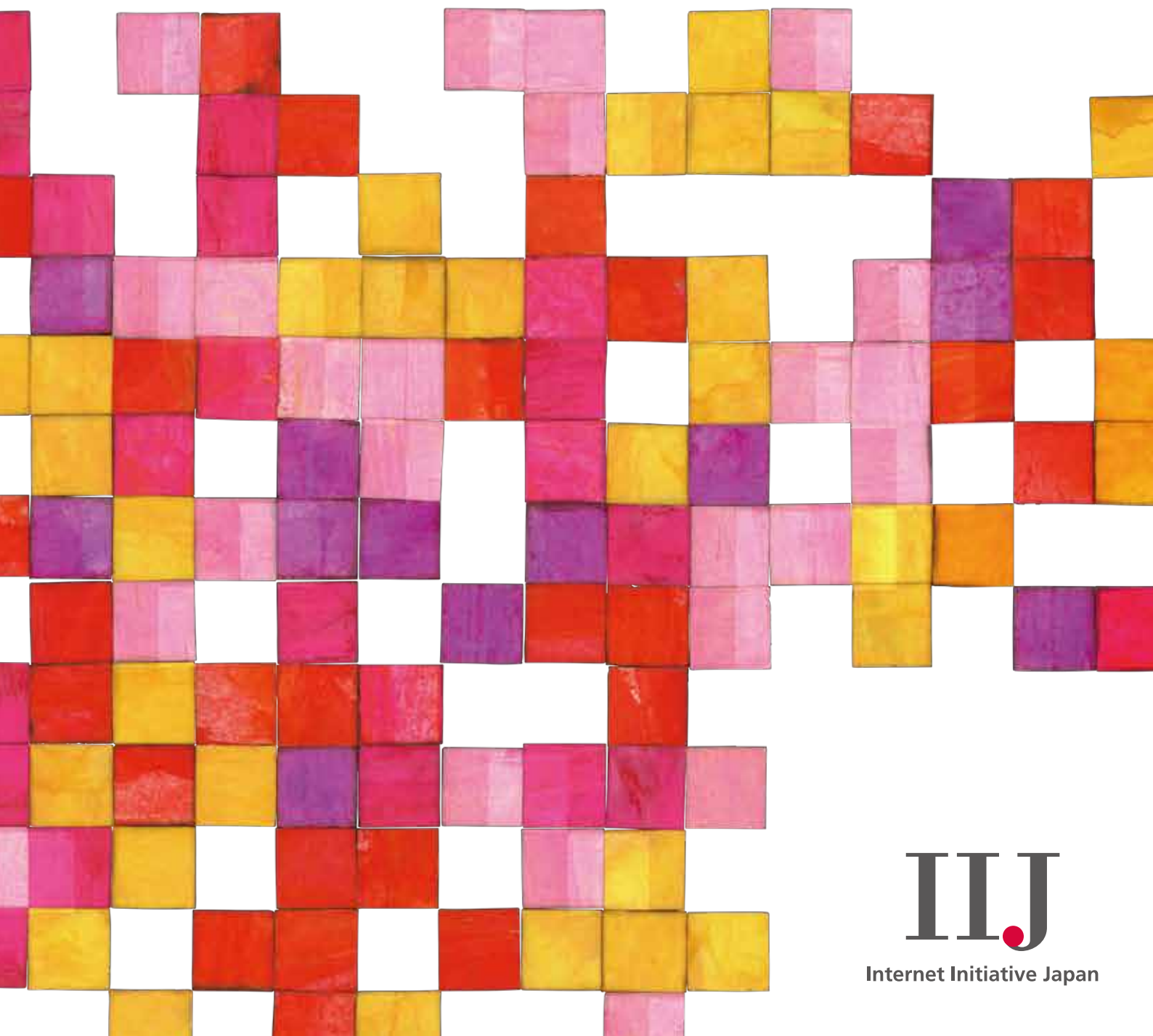
編集後記

全天88星座は、1928年に国際天文学連合が決めました。この基準によって、星座の名前と星座同士の境界線が明確になり、視認できる空の領域は全てどれかの星座に属するようになりました。星座はいわば空の住所なのです。(A)

宇宙という「ヤマト」や「ガンダム」な私ですが、最近『プロジェクト・ヘイル・メアリー』という宇宙SF小説を読みました。宇宙の脅威という怪獣や隕石などスベクタフルな印象ですが、本作の脅威は太陽光を吸収する宇宙に存在する苔のような生物という独特な切り口で、そこからダイナミックに話が展開していきます。映画化も進んでいて個人的お勧めです。(T)

世の流れか、部署異動のせいか、入社時の服装がカジュアルになりました。カジュアルという言葉は15世紀頃に「偶然、機会」などの意味で使われていたそうです。今年度を振り返ると、たくさんの偶然や機会に恵まれました。この編集後記を書いていることもその1つだと思います。(Y)

去年11月に日本橋で開催していた「SPACE WEEK 2023」で、かの有名な前澤氏が宇宙から地球に帰還する際に乗っていた「ソユーズ」の現物を間近で見ました。夢やロマンを感じているのでしょうか、楽しそうに撮影している編集部メンバー。一方の私は、丸焦げの船体と小さな船内に前に、その時はまだ、宇宙に対する恐怖しかありませんでした。(M)



IIJ

Internet Initiative Japan